

Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México

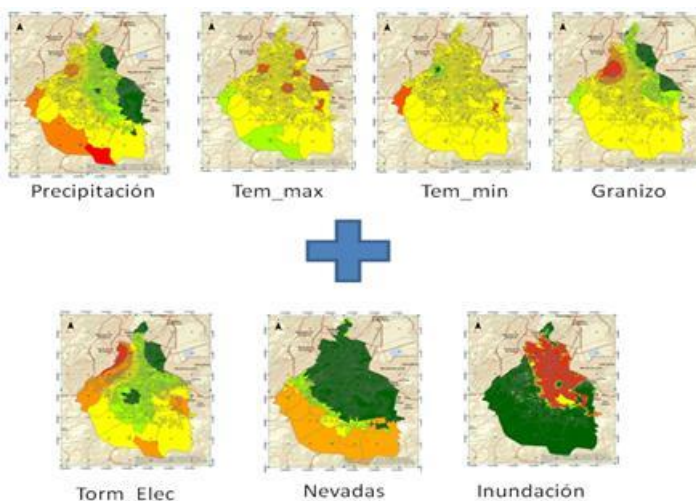
Indicadores de Peligro a nivel AGEB

Román Valverde Delgado

Melisa Sánchez Álvarez

Subdirección de Fenómenos Naturales y Antropogénicos

Febrero, 2019





Contenido.

1. Objetivo.....	5
2. Antecedentes.	5
3. Base de AGEB	5
4. Metodologías.	7
5. Estaciones climatológicas.....	8
6. Lluvia	9
7. Temperatura Máxima.....	13
8. Temperatura Mínima.	14
9. Granizo	15
10. Tormenta Eléctrica	16
11. Nevada	17
12. Inundación.....	19
13. Inestabilidad de Laderas.....	20
14. Sismo	22
15. Bibliografía.	23

Índice de Figuras.

<i>Figura 1. Suma de AGEB'S Urbanos y Rurales.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Atributos del polígono.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Metodologías publicadas por el CENAPRED.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Ubicación y clave de las estaciones climatológicas utilizadas.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5. Programa "AX".</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6. Ajuste de las funciones de probabilidad.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 7. Raster de peligro por inundación a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8. Índice de peligro por lluvias a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 9. Índice de peligro por temperaturas máximas a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 10. Índice de peligro por temperaturas mínimas a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 11. Índice de peligro por granizo a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 12. Índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 13. Funciones para caracterizar el peligro por nevadas.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 14. Índice de peligro por nevadas a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 15. Índice de inundabilidad de la Comisión nacional del Agua asociado al periodo de retorno de 5 años.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 16. Inundaciones históricas de la Ciudad de México.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 17. Índice de peligro por inundación a nivel AGEB para la Ciudad de México.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 18. Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del CENAPRED.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 19. Índice de peligro de inestabilidad de laderas a nivel AGEB.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 20. Mapa Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 21. Mapa Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México a nivel AGEB (SGIRPC).</i>	<i>22</i>

Índice de Tablas.

Tabla 1. Valores máximos de precipitación por año..... 9

Tabla 2. Valores para precipitación para estaciones climatológicas por periodo de retorno. 11

1. Objetivo.

Determinar los indicadores de peligro a nivel AGEB de la Ciudad de México, con cinco clases (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto) para los siguientes periodos de retorno: 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, y con ellos generar un indicador de Peligro General.

2. Antecedentes.

La Ciudad de México es una de las urbes más importantes del país, en ella se concentran millones de habitantes todos los días, lo que hace indispensable contar con herramientas que permitan salvaguardar la vida y el patrimonio de dichas personas.

A lo largo de la historia varios fenómenos naturales han causado enormes desastres en la ciudad, sin embargo cada uno de estos fenómenos tienen un impacto diferente.

Mediante el análisis de la base de impacto socioeconómico de los desastres 2000-2015 elaborada por el CENAPRED, se aprecia que los fenómenos Hidrometeorológicos y los Sismos, tienen un gran impacto en las defunciones ocasionadas por desastres naturales y generan un gran daño en la infraestructura.

3. Base de AGEB

Según la definición de INEGI, una AGEB urbana es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las zonas urbanas que son aquellas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y en las cabeceras municipales.

Sin embargo también existen polígonos asociados a localidades rurales.

Con la finalidad de realizar la zonificación de la totalidad del territorio de la Ciudad de México, se realizó la suma de AGEB urbanos con la de polígonos rurales, como se observa en la siguiente figura:

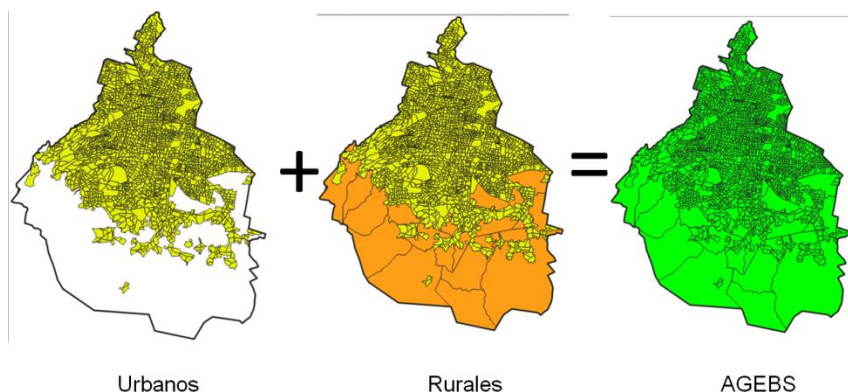


Figura 1. Suma de AGEB'S Urbanos y Rurales.

Cada polígono cuenta con una serie de atributos.

CDMX_AGEB_ITRF2008 :: Objetos totales: 2454, Filtrados: 2454, Seleccionados: 0

	ID	ENTIDAD	NOM_ENT	MUN	NOM_MUN	LOC	NOM_LOC	CVEGEO_1	POBTOT	POBMAS	POBFEM
1	1.0000000000000000...	09	Ciudad de México	013	Xochimilco	0001	Total AGEB urbana	0901300010495	551.00000000	273.00000000	278.00000000
2	2.0000000000000000...	09	Ciudad de México	013	Xochimilco	0001	Total AGEB urbana	0901300011455	1437.00000000	696.00000000	741.00000000
3	3.0000000000000000...	09	Ciudad de México	013	Xochimilco	0001	Total AGEB urbana	0901300011402	2794.00000000	1397.00000000	1397.00000000
4	4.0000000000000000...	09	Ciudad de México	013	Xochimilco	0001	Total AGEB urbana	0901300011120	2489.00000000	1191.00000000	1298.00000000
5	5.0000000000000000...	09	Ciudad de México	014	Benito Juárez	0001	Total AGEB urbana	0901400010168	1633.00000000	765.00000000	868.00000000
6	6.0000000000000000...	09	Ciudad de México	014	Benito Juárez	0001	Total AGEB urbana	0901400010488	6324.00000000	2923.00000000	3401.00000000

Figura 2. Atributos del polígono.

4. Metodologías.

Para realizar el indicador de peligro de cada fenómeno se utilizaron principalmente dos metodologías:

1. Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.
2. Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos (BEEAR) de la SEDATU.



Figura 3. Metodologías publicadas por el CENAPRED.

5. Estaciones climatológicas.

Características de las estaciones climatológicas utilizadas:

- ✓ Más de 20 años de información.
- ✓ En operación.

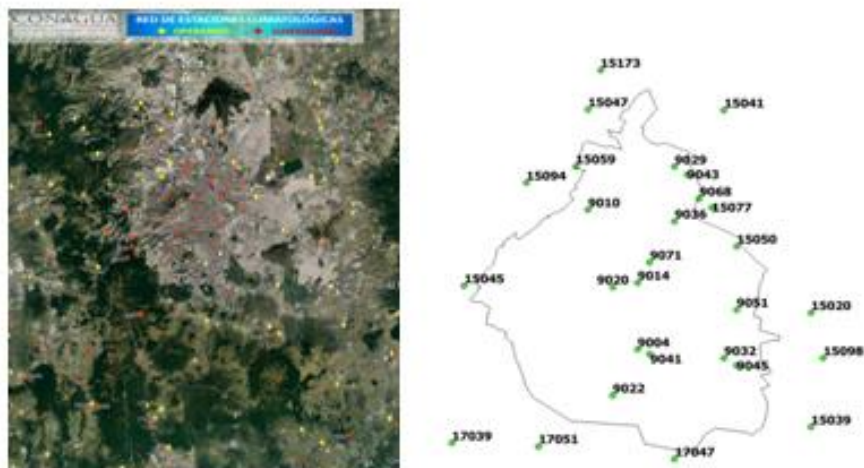


Figura 4. Ubicación y clave de las estaciones climatológicas utilizadas.

6. Lluvia

De los datos diarios, se obtiene el máximo reportado por cada año.

Id:		3020							
Extensión:		DESVIACION ALTA AL PEDREGAL-DF							
Posición:		19.236344444444N - 99.16344444444W							
Variable:		Precipitación (mm)							
Fecha Inicial:		01/01/1952							
Fecha Final:		01/01/2016							
No Datos:		nan							
Mes	Día	Año	Precipitación	Etiquetas de fila	Máx. de Datos				
1	1	1 1952	0	1952	67.8				35
1	2	2 1952	0	1953	64.5				33
1	3	3 1952	0	1954	43.3				81
1	4	4 1952	0	1955	52.5				72
1	5	5 1952	0	1956	45.5				71
1	6	6 1952	0	1957	32.5				70
1	7	7 1952	0	1958	63.5				68
1	8	8 1952	0	1959	57				66
1	9	9 1952	0	1960	40				65
1	10	10 1952	0	1961	45.5				65
1	11	11 1952	0	1962	50				64
1	12	12 1952	0	1963	51.5				64
1	13	13 1952	0	1964	40				64
1	14	14 1952	0	1965	64				64
1	15	15 1952	0	1966	54				63
1	16	16 1952	0	1967	60				62
1	17	17 1952	0	1968	44				60
1	18	18 1952	0	1969	80.5				58
1	19	19 1952	0	1970	56				57
1	20	20 1952	0	1971	56				57
1	21	21 1952	0	1972	31.5				56
1	22	22 1952	0	1973	65.7				56
1	23	23 1952	0	1974	57.6				55
1	24	24 1952	0	1975	32				54
1	25	25 1952	0	1976	43.1				54
1	26	26 1952	0	1977	56.7				53
1	27	27 1952	0	1978	46				53
1	28	28 1952	0	1979	33.2				52
1	29	29 1952	0	1980	30				52
1	30	30 1952	0	1981	45.5				51
1	31	31 1952	3	1982	31.5				50
2	1	1 1952	2	1983	38				50
2	2	2 1952	0	1984	64				49
2	3	3 1952	0	1985	49.5				47
2	4	4 1952	0	1986	51.4				46
2	5	5 1952	0	1987	44.6				46
2	6	6 1952	0	1988	62.5				46
2	7	7 1952	0	1989	29				46
2	8	8 1952	0	1990	53				46
2	9	9 1952	0	1991	38				45
2	10	10 1952	0	1992	33				45
2	11	11 1952	0	1993	63.5				44
2	12	12 1952	0	1994	63.5				44
2	13	13 1952	0	1995	27				43
2	14	14 1952	0	1996	71				43
2	15	15 1952	0	1997	41.5				42
2	16	16 1952	0	1998	55				40
2	17	17 1952	0	1999	45				40
2	18	18 1952	0	2000	72				40
2	19	19 1952	0	2001	94.5				38
2	20	20 1952	0	2002	40				38
2	21	21 1952	0	2003	43				33
2	22	22 1952	0	2004	62				33
2	23	23 1952	0	2005	54				32
2	24	24 1952	0	2006	47				32
2	25	25 1952	0	2007	46				32
2	26	26 1952	0	2008	65				30
2	27	27 1952	0	2009					29
2	28	28 1952	0	2010	44				27
2	29	29 1952	0	2011	52				18
3	1	1 1952	0	2012	17.5				16
3	2	2 1952	0	2013	16				
3	3	3 1952	0	2014	7				
3	4	4 1952	0	2015	8				
3	5	5 1952	0			Total general	94.5		
3	6	6 1952	0						
3	7	7 1952	0						

Tabla 1. Valores máximos de precipitación por año.

Con ayuda del programa “AX” elaborado en el CENAPRED (Dr. Jiménez 2015) se ajustan las siguientes funciones de probabilidad típicas en hidrología:

- Normal
- Lognormal
- Gumbel
- Exponencial
- Gamma
- Doble Gumbel



Figura 5. Programa “AX”.

Resumen de errores estándar
Archivo analizado: 9045_P.txt

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	5.598	-----	5.598	-----
Lognormal	3.652	3.268	4.289	4.471
Gumbel	3.514	-----	4.312	-----
Exponencial	3.031	-----	22.296	-----
Gamma	4.232	3.203	4.663	3.664
Doble Gumbel	2.715			

Mínimo error estándar: 2.715

Calculado por la función: Doble Gumbel

Aceptar

Figura 6. Ajuste de las funciones de probabilidad.

Se elije la de mejor ajuste y con esta se extrapola para obtener los periodos de retorno.

Se repite el proceso para cada estación climatológica y se llena la siguiente tabla:

Nombre	x	y	Clave	Tr2_P	Tr5_P	Tr10_P	Tr20_P	Tr50_P	Tr100_P
9004-CALVARIO 61-DF	-99.13555556	19.20305556	9004	48.5	59.5	66.8	73.9	82.9	89.7
9010-COLONIA AMERICA-DF	-99.20333333	19.4125	9010	53.6	68	77.5	86.6	98.4	107.2
9014-COLONIA SANTA URSULA COAPA-DF	-99.13555556	19.30333333	9014	46.1	60	69.2	78	89.4	97.9
9020-DESVIACION ALTA AL PEDREGAL-DF	-99.16944444	19.29694444	9020	48.2	62	71.1	79.9	91.2	99.7
9022-EL GUARDA-DF	-99.16944444	19.13444444	9022	52.9	68.7	79.2	89.3	102.3	112.1
9029-GRAN CANAL KM. 06 250-DF	-99.08472222	19.47666667	9029	42.4	53.7	61.2	68.4	77.7	84.6
9032-MILPA ALTA-DF	-99.01694444	19.19055556	9032	41.9	59	70.2	81.1	95.1	105.6
9036-PLAYA CALETA 454 COLONIA MARTE-DF	-99.08472222	19.39527778	9036	44.9	58.7	67.9	76.7	88	96.6
9041-SAN FRANCISCO TLALNEPANTLA-DF	-99.11861111	19.19666667	9041	51.3	65	74	82.7	94	102.4
9043-SAN JUAN DE ARAGON-DF	-99.06777778	19.46527778	9043	40.1	50.2	56.9	63.4	71.7	77.9
9045-SANTA ANA TLACOTENCO-DF	-99	19.17888889	9045	39.3	52.2	60.8	69	79.6	87.6
9051-TLAHUAC-DF	-99	19.26277778	9051	36.6	46.9	53.7	60.3	68.8	75.1
9068-PUENTE LA LLAVE-DF	-99.05083333	19.42916667	9068	31.6	51.3	64.3	76.8	92.9	105
9071-COLONIA EDUCACION-DF	-99.11861111	19.33388889	9071	41.9	54	62	69.7	79.7	87.1
15020-CHALCO -SAN LUCAS-MEX	-98.89805556	19.25833333	15020	35.8	47	54.4	61.5	70.7	77.6
15039-JUCHITEPEC-MEX	-98.89805556	19.08694444	15039	42.4	59.8	71.3	82.3	96.6	107.3
15041-GRAN CANAL KM 27 250-MEX	-99.01694444	19.56166667	15041	41.4	52.7	60.2	67.4	76.7	83.6
15045-LA MARQUESA-MEX	-99.37277778	19.29861111	15045	54.5	70.7	81.4	91.7	105	114.9
15047-LAS ARBOLEDAS-MEX	-99.20333333	19.56277778	15047	52.3	68.7	79.5	89.9	103.3	113.4
15050-LOS REYES-MEX	-98.99972222	19.35777778	15050	32	41.2	47.4	53.3	60.9	66.6
15059-MOLINO BLANCO-MEX	-99.22027778	19.4775	15059	51.8	64.4	72.6	80.6	90.9	98.6
15061-NEZAHUALCOYOTL-MEX	-99.03388889	19.41583333	15077	43.2	60.1	71.4	82.1	96.1	106.5
15077-PRESA TOTOLICA-MEX	-99.28805556	19.45277778	15094	49.6	61	68.5	75.8	85.2	92.2
15094-SAN LUIS AMECA-MEX	-98.88111111	19.19027778	15098	38.3	49	56.1	62.9	71.7	78.3
15098-SAN MARTIN OBISPO-MEX	-99.18638889	19.62166667	15173	57.9	81.8	97.6	112.8	132.5	147.3
15298-SANTA CRUZ TEZONTEPEC-21-MEX	-99.38972222	19.06305556	17039	53.3	75.1	89.5	103.3	121.1	134.5
17039-SAN JUAN TLACOTENCO-MOR	-99.08472222	19.03916667	17047	82	108.3	125.7	142.4	164	180.2
17047-HUITZILAC-MOR	-99.27111111	19.05833333	17051	77.2	99	113.5	127.3	145.3	158.7

Tabla 2. Valores para precipitación para estaciones climatológicas por periodo de retorno.

Interpolar para obtener el raster en la Ciudad de México.

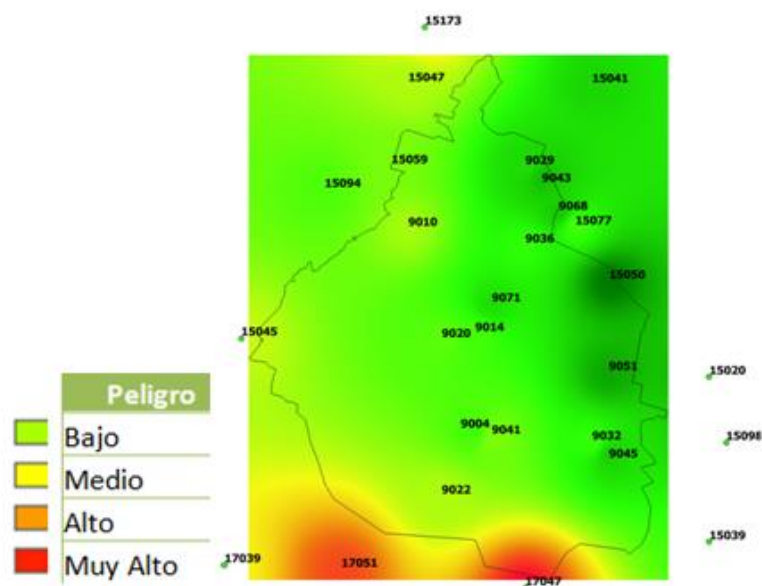


Figura 7. Raster de peligro por inundación a nivel AGEB para la Ciudad de México.

Se considera el periodo de retorno de 5 años debido a que es el utilizado en los umbrales de peligro por lluvia de la CONAGUA y CENAPRED.

Finalmente, por medio de una ponderación se asigna a cada AGEB el peligro.

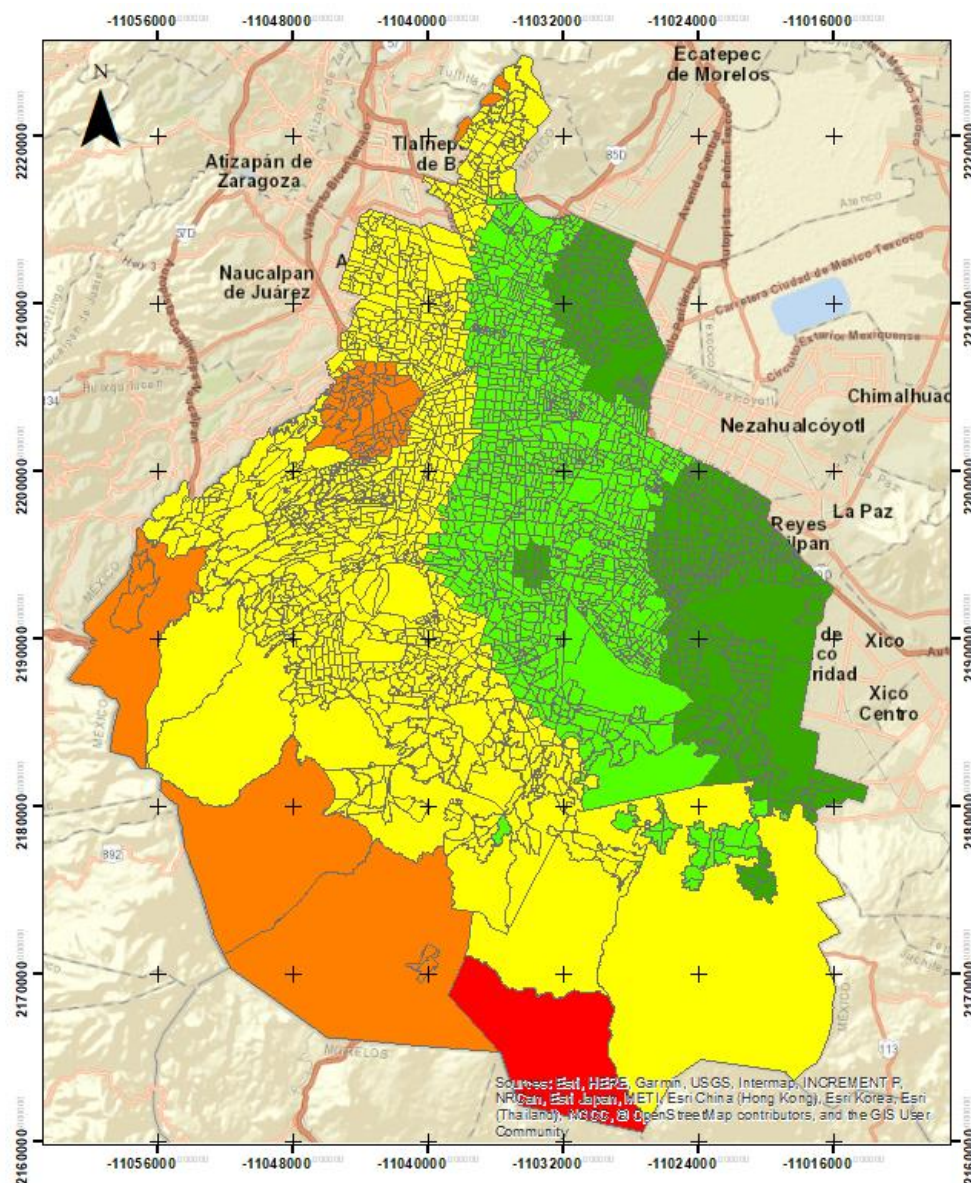


Figura 8. Índice de peligro por lluvias a nivel AGEB para la Ciudad de México.

7. Temperatura Máxima

Con un proceso similar al de lluvias extremas, se obtiene el raster de temperaturas máximas.

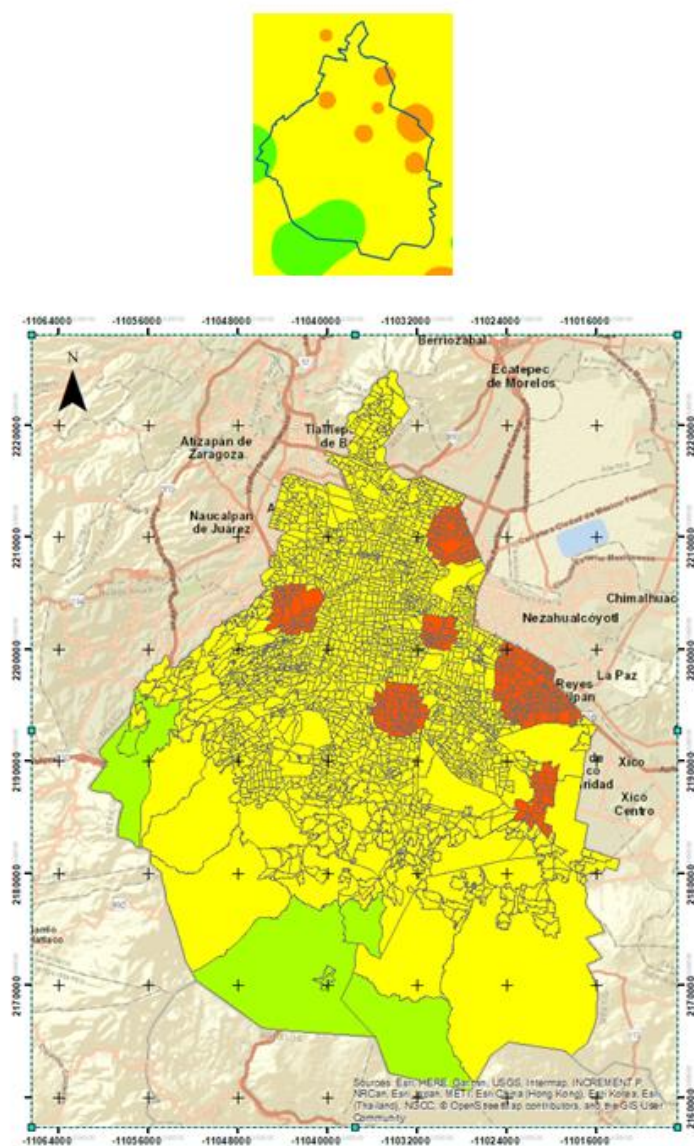


Figura 9. Índice de peligro por temperaturas máximas a nivel AGEb para la Ciudad de México.

8. Temperatura Mínima.

Con un proceso similar al de lluvias extremas, se obtiene el raster de temperaturas mínimas.

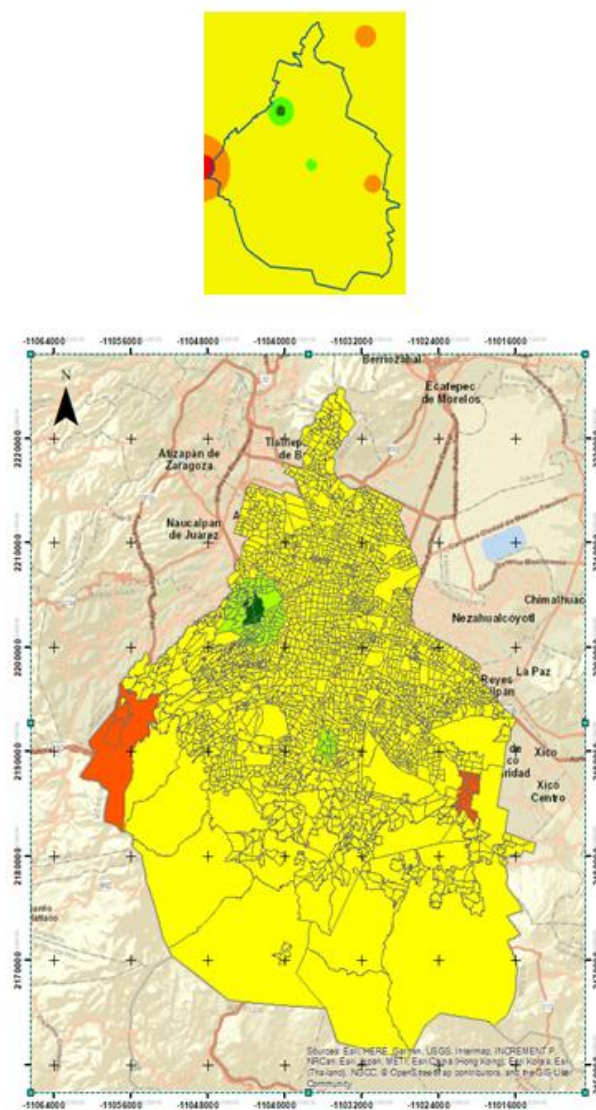


Figura 10. Índice de peligro por temperaturas mínimas a nivel AGEB para la Ciudad de México.

9. Granizo

En el caso de Granizo, se tomo el número de días de ocurrencia anual.

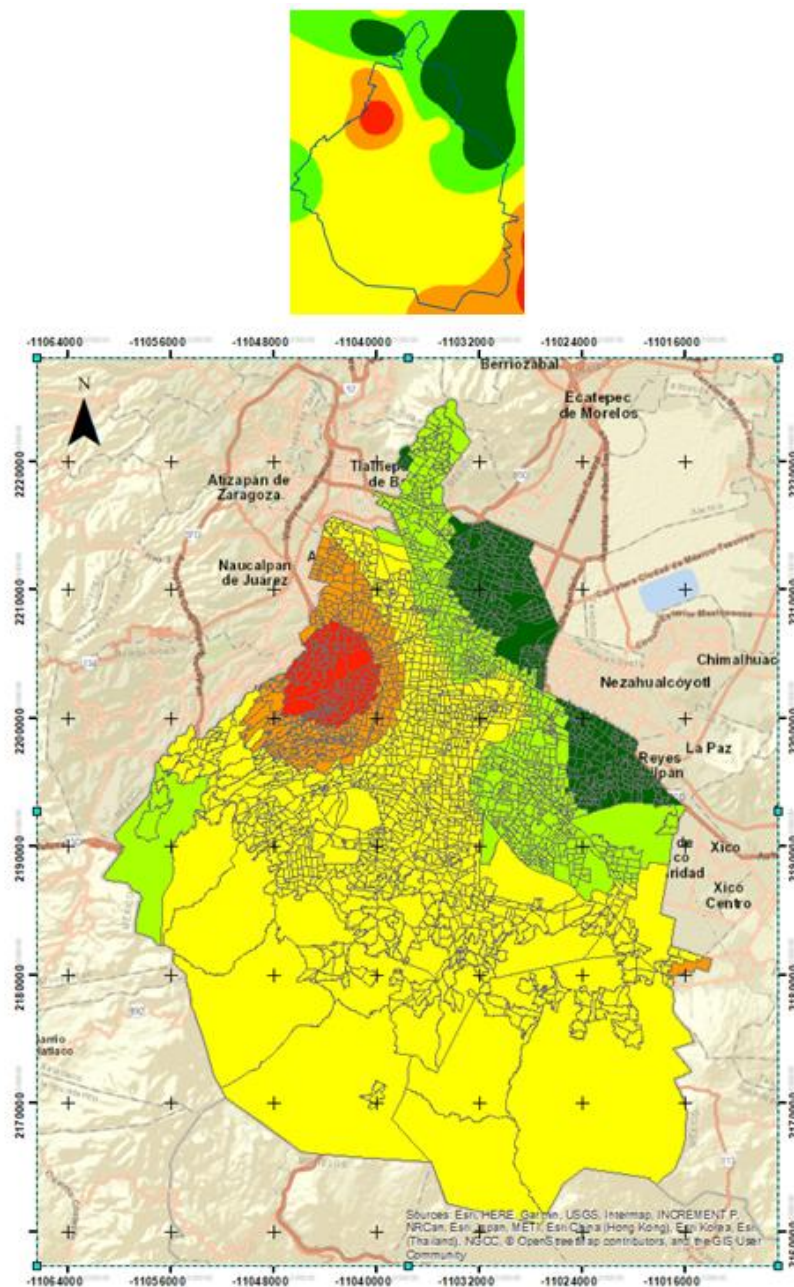


Figura 11. Índice de peligro por granizo a nivel AGEB para la Ciudad de México.

10. Tormenta Eléctrica

En el caso de Tormentas Eléctricas, se tomó el número de días de ocurrencia anual.

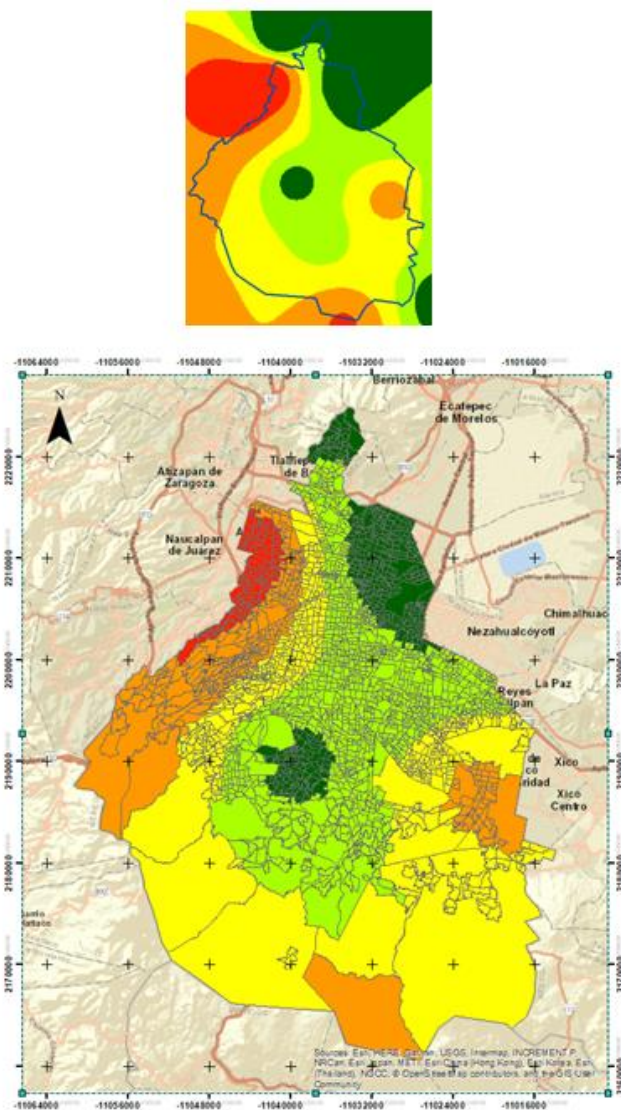


Figura 12. Índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel AGEB para la Ciudad de México.

11. Nevada

De las funciones de Peligro del CENAPRED se caracteriza el peligro de nevadas en función de la altitud.

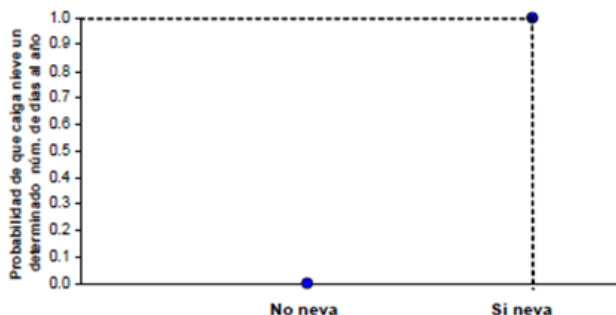


Figura 30 Función de peligro para el primer grupo, altitud > 3000 msnm

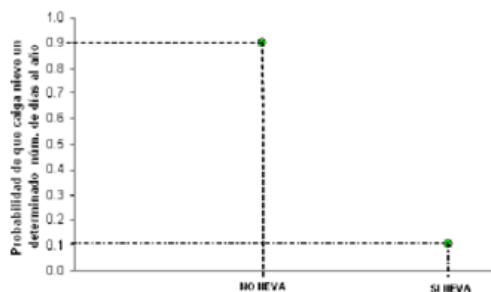


Figura 32 Función de peligro para el tercer grupo, altitud entre 2500 y 2750 msnm

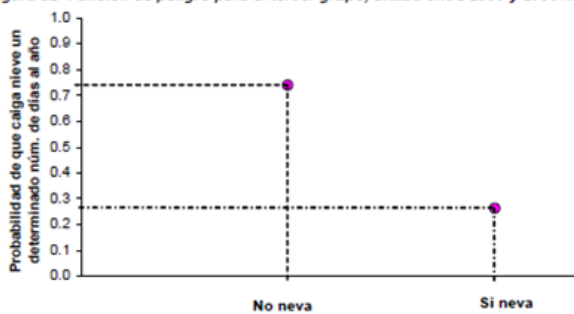


Figura 31 Función de peligro para el segundo grupo, altitud entre 2751 y 3000 msnm

Figura 13. Funciones para caracterizar el peligro por nevadas.

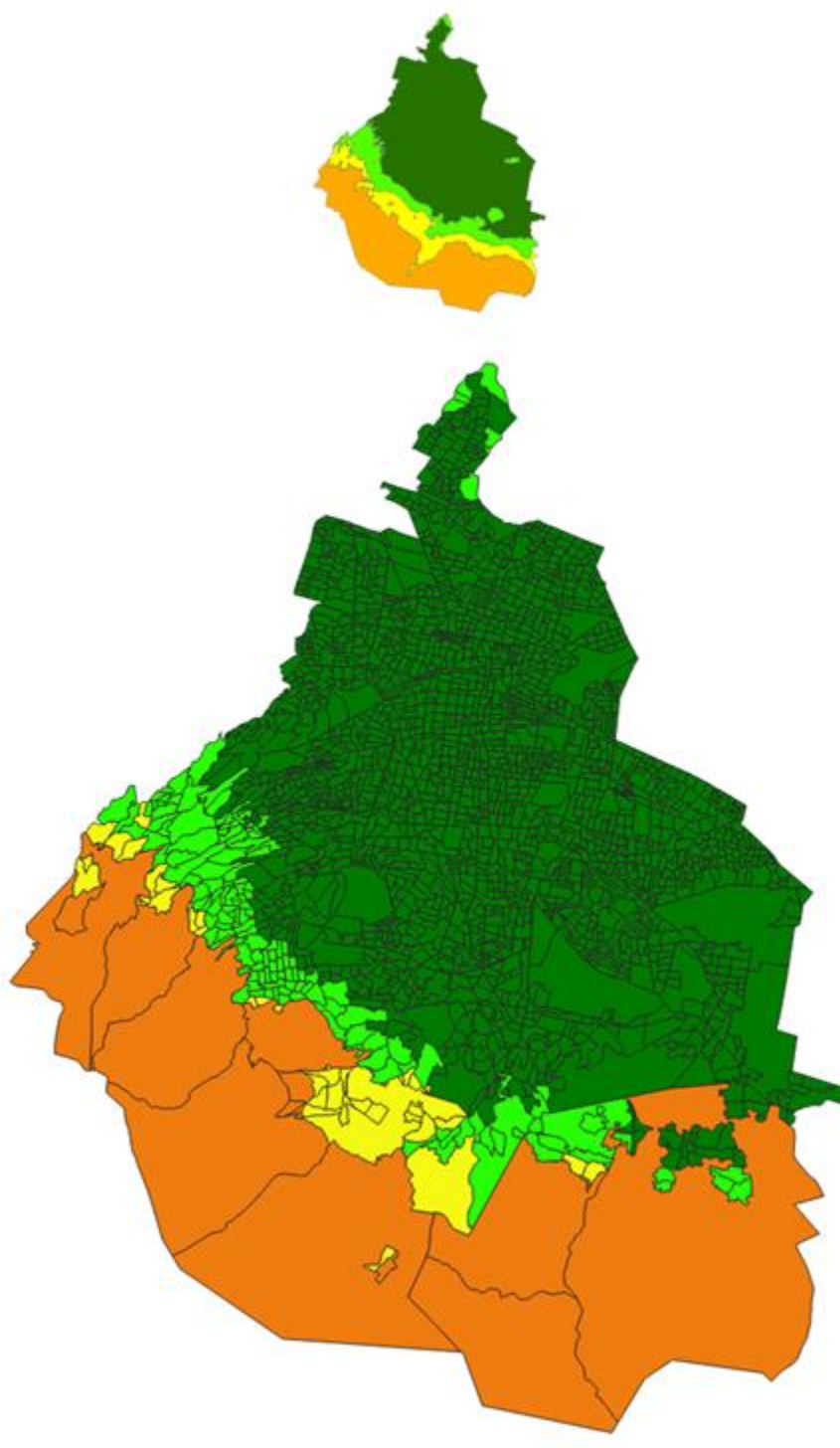


Figura 14. Índice de peligro por nevadas a nivel AGEB para la Ciudad de México.

12. Inundación

Índice de Peligro por Inundación (IPI), CENAPRED 2016.

Análisis del índice de Inundabilidad de la CONAGUA para el periodo de retorno de 5 años, construido con diversos factores (lluvia, relieve del terreno, tipo y uso de suelo, entre otros), se calcula el porcentaje de área inundable, en este caso por AGEB y se clasifica en los 5 niveles de peligro.

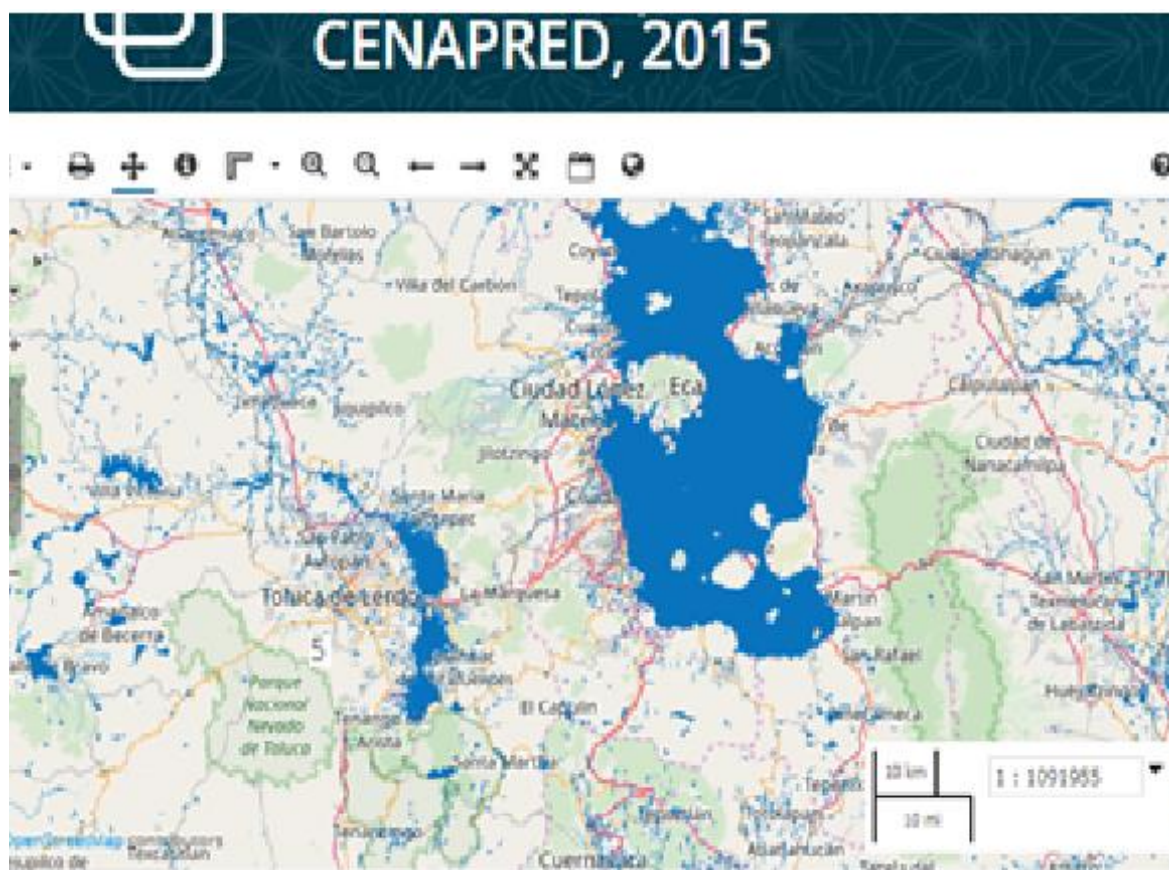


Figura 15. Índice de inundabilidad de la Comisión nacional del Agua asociado al periodo de retorno de 5 años.



Figura 16. Inundaciones históricas de la Ciudad de México.

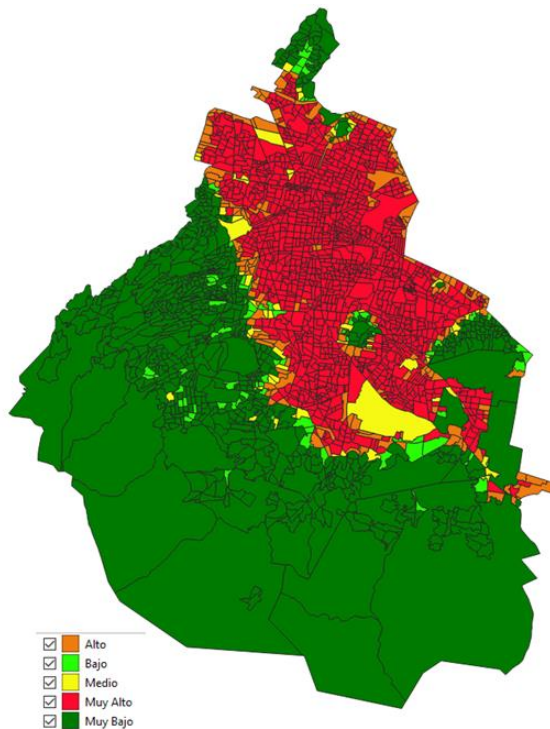


Figura 17. Índice de peligro por inundación a nivel AGEB para la Ciudad de México.

13. Inestabilidad de Laderas

Análisis del Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del CENAPRED ponderando para cada AGEB un índice de peligro.

Mapa con resolución de 15 m, considerando zonas libres de inestabilidad, regiones con pendientes entre 0° y 6°.



Figura 18. Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del CENAPRED.

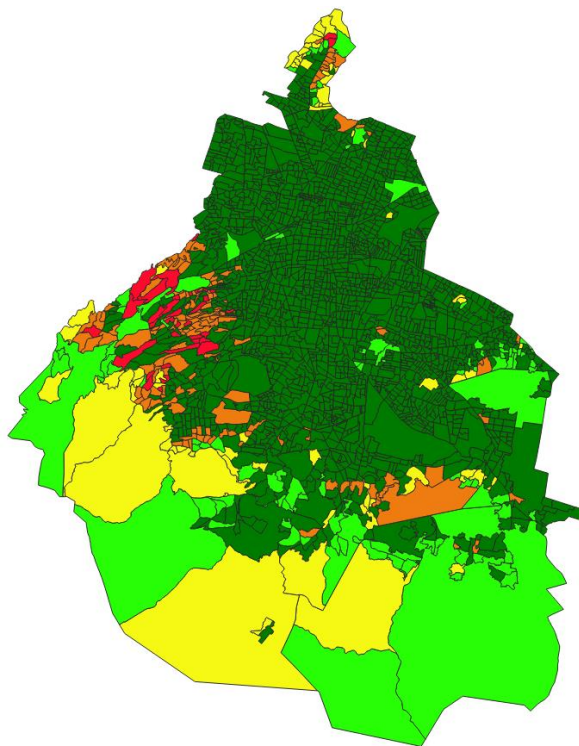


Figura 19. Índice de peligro de inestabilidad de laderas a nivel AGE.

14. Sismo

En el caso de la Ciudad de México se utilizó para obtener la calificación para cada AGEB la zonificación geotécnica.

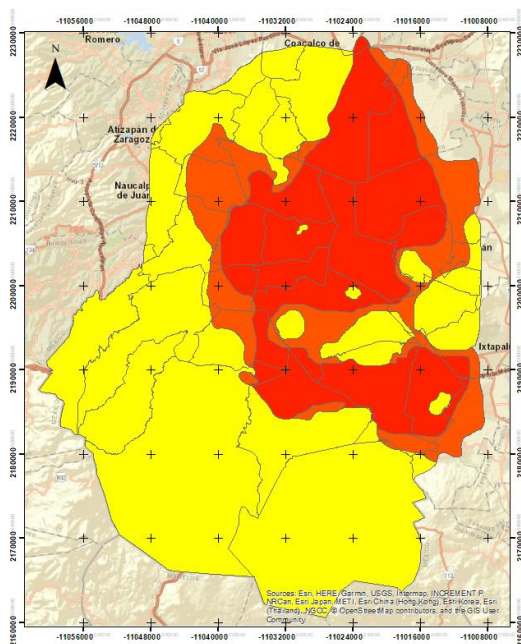


Figura 20. Mapa Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México.

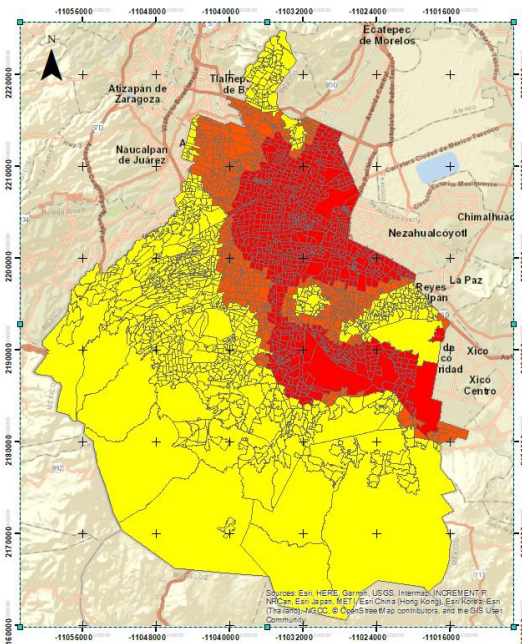


Figura 21. Mapa Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México a nivel AGEB (SGIRPC).



15. Bibliografía.

1. CENAPRED, 2016. Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos.
2. SEDATU, 2014. Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos (BEEAR).