

Vulnerabilidad

hídrica, energética y alimentaria
de la actividad residencial
en Bogotá D.C.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
PLANEACIÓN



Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

Claudia Nayibe Lopez Hernandez
Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C.

Felipe Jiménez Ángel
Secretario Distrital de Planeación

Andrés Leonardo Acosta Hernández
Subsecretario de Información

Juan David Vinasco Idárraga
Director de información y estadísticas

Autor
Camilo Enrique Gaitán Victoria

Septiembre de 2023

Contenido

1. Objetivos	3
1.1 Objetivo General	3
2. Metodología	3
2.1 Objetivo estratégico del proceso	5
2.2 Identificación de riesgos	5
2.3 Contexto territorial	7
2.4 Identificación de activos	11
2.5 Identificación de riesgos	11
2.6 Valoración de riesgos	13
3. Resultados generales	15
3.1 Amenaza	16
3.2 Riesgo	19
3.3 Vulnerabilidad	20
4. Conclusiones	23
5. Referencias Bibliográficas	24

■ Introducción

El aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos, energéticos y alimentarios requeridos para el funcionamiento de ciudades como Bogotá DC se realiza en sus etapas de provisión, producción y distribución a través de agentes intermediarios cada vez más desconocidos y alejados de los consumidores finales. Ello implica riesgos adicionales en las diferentes instancias de las cadenas de valor y suministro, según las condiciones naturales, artificiales, espaciales y temporales correspondientes.

Se deben considerar, adicionalmente, las condiciones cambiantes del clima producto de la actividad humana. Se reconocen en los últimos años y a futuro importantes cambios en la pluviosidad, en la temperatura, en la química y física oceánica, en las masas glaciares, etc.; que han afectado, están afectando y afectarán directa o indirectamente el sostenimiento de las cadenas hídricas, alimentarias e hidro-energéticas requeridas para el sustento de ciudades como Bogotá DC.

En lo que refiere a ello, los escenarios estimados por especialistas del clima y del estado del tiempo establecen tendencias generales en lo primero y variables específicas en lo segundo, según las escalas espaciales y temporales, aunque tales condiciones probablemente podrán alterarse, en virtud de la incertidumbre inherente a la complejidad sistémica atmosférica y antrópica.

En cuanto a las condiciones humanas, estas revisten escenarios con afectaciones y riesgos ambientales urbanos considerables, asociados, por una parte, a la escasez y contaminación del aire, del agua, del suelo, de alimentos y, en general, del entorno, y por otra, a las condiciones sociales, culturales, políticas, legales o económicas asociadas.

En este contexto pueden considerarse tanto la incertidumbre climática y como la antrópica, más sus potenciales y correlativas afectaciones en la estabilidad de las cadenas hídricas, alimentarias y energéticas de la ciudad como factores determinantes de riesgos sobrevinientes que pueden impactar, gradual o súbita, transitoria o permanente, negativamente el funcionamiento urbano.

En consecuencia, es pertinente estudiar la vulnerabilidad hídrica, alimentaria e hidro energética de la actividad residencial urbana en virtud de su fragilidad inherente y emergente, para atender oportunamente su capacidad de prevención, mitigación o adaptación en términos ecosistémicos urbanísticos, identificando sus estructuras de soporte naturales y artificiales con sus diferentes escalas espaciales y temporales de afectación.

■ 1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Examinar las condiciones hídricas, energéticas y alimentarias implicadas en la actividad residencial urbana en cuanto a su capacidad de adaptación, mediante la potencial adecuación de las infraestructuras constructivas existentes hacia una relativa autonomía hidro energética descentralizada, de modo preventivo, alternativo y contingente, frente al riesgo en la interrupción crítica de los flujos hídrico y energético.

1.2 Objetivos Específicos:

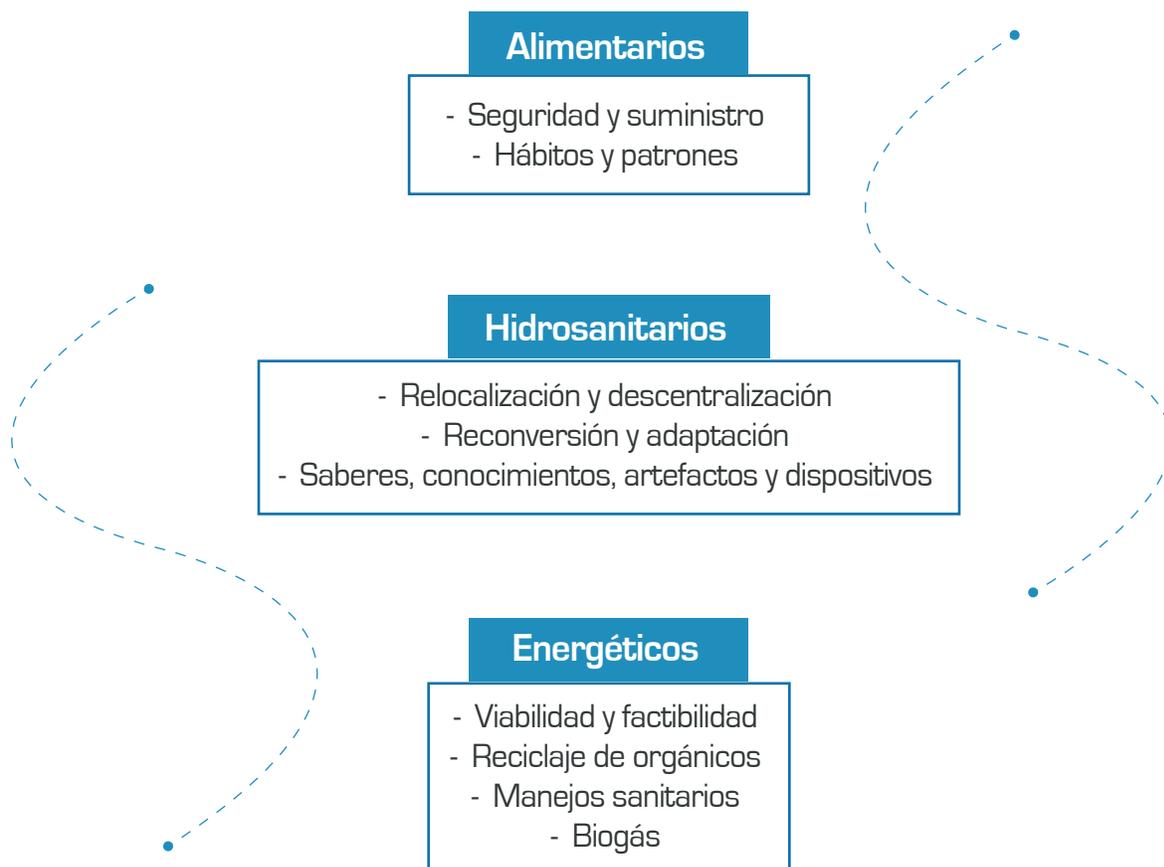
- Ampliar los análisis de riesgos al ámbito de las infraestructuras y usos urbanos.
- Promover el interés público en asuntos urbanísticos potencialmente críticos.
- Indagar sobre la desconcentración hídrica, hidro energética y alimentaria, y la recuperación de economías productivas a escala humana más autónomas.
- Aportar en la comprensión de la degradación energética urbanística para la ciudad (entropía-irreversibilidad, neguentropía-reversibilidad)

2. Metodología

En principio, se consideran aspectos relacionados con la vulnerabilidad hídrica, energética y alimentaria, atendiendo su carácter sistémico y cíclico. Se analizan diferentes flujos hídricos, bióticos, alimentarios y energéticos extraídos y procesados desde y en los diferentes ecosistemas (naturales y artificiales) en función de variados ordenes (neguentropías) culturales, sociales, políticos, legales y económicos.

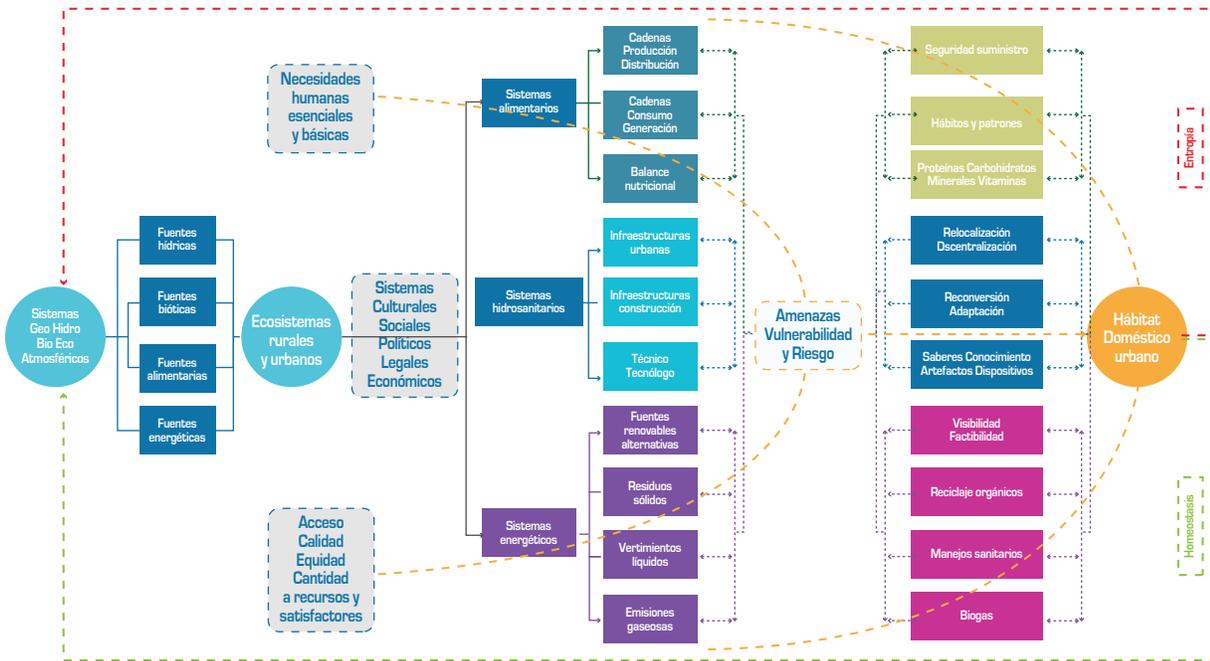
La variedad de aspectos [espaciales y temporales] asociados a los sistemas hídricos, alimentarios y energéticos, reviste amenazas, vulnerabilidades y riesgos entorno al acceso, la cantidad, la calidad y la equidad de los recursos requeridos para suplir las necesidades humanas esenciales y básicas dadas en el hábitat doméstico urbano. Se destacan como un riesgo importante las interrupciones a causa de factores de orden natural o artificial (como la dependencia foránea, remota, intermediada, monopolizada o concentrada de suministros), la incoherencia funcional entre los ecosistemas urbanos y los naturales, y los cambios inherentes de los sistemas atmosféricos.

Este panorama está compuesto, al menos, por los siguientes asuntos, pertinentes en la prevención y mitigación de respuestas estratégicas de cara a situaciones de emergencia:



En función del objetivo propuesto, se procederá a examinar la vulnerabilidad asociada a estos asuntos, considerando como referencia los aspectos más pertinentes dados en los métodos establecidos para el análisis de riesgo en escenarios como la Función Pública en Colombia y las catástrofes sísmicas, inundaciones y avalanchas.

Diagrama 1. Contextos externo-interno Vulnerabilidad Hídrica, Energética, Alimentaria



Fuente: Elaboración propia.

2.1 Objetivo estratégico del proceso¹

Desde el enfoque de la gestión del riesgo institucional se puede entender que la función residencial urbana es un proceso que tiene como fin garantizar una serie de condiciones físicas elementales (Agua, Alimentos, Energía) para sustentar las diferentes actividades domésticas necesarias para el pleno desempeño de las personas -hogares que habitan las viviendas.

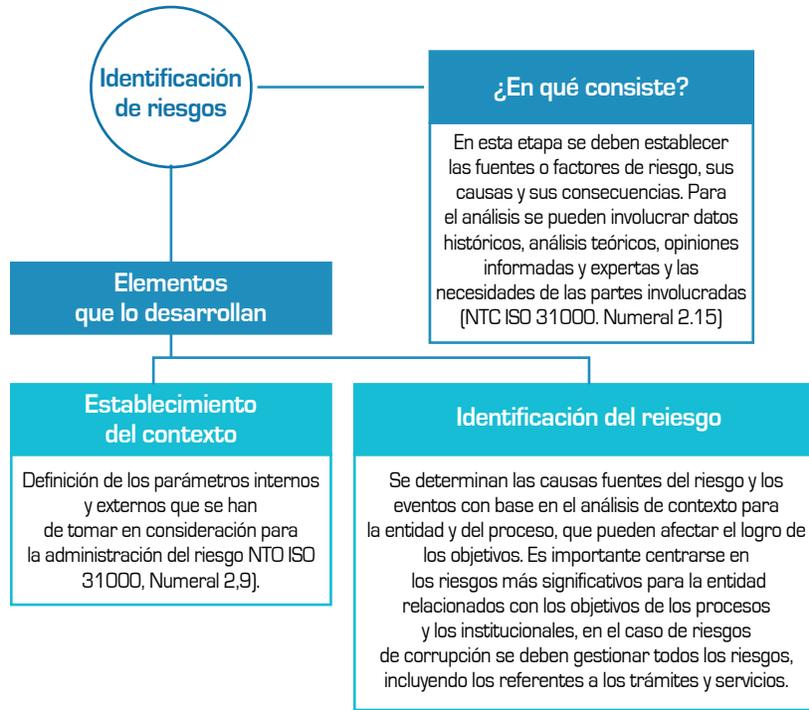
2.2 Identificación de riesgos²

Para identificar las fuentes o factores de riesgo asociados al tema de estudio, se procedió hacer el análisis del contexto interno y externo (Diagrama 1), aproximándose a lo establecido en la guía del DAFP (Gráfica 1 y Gráfica 2).

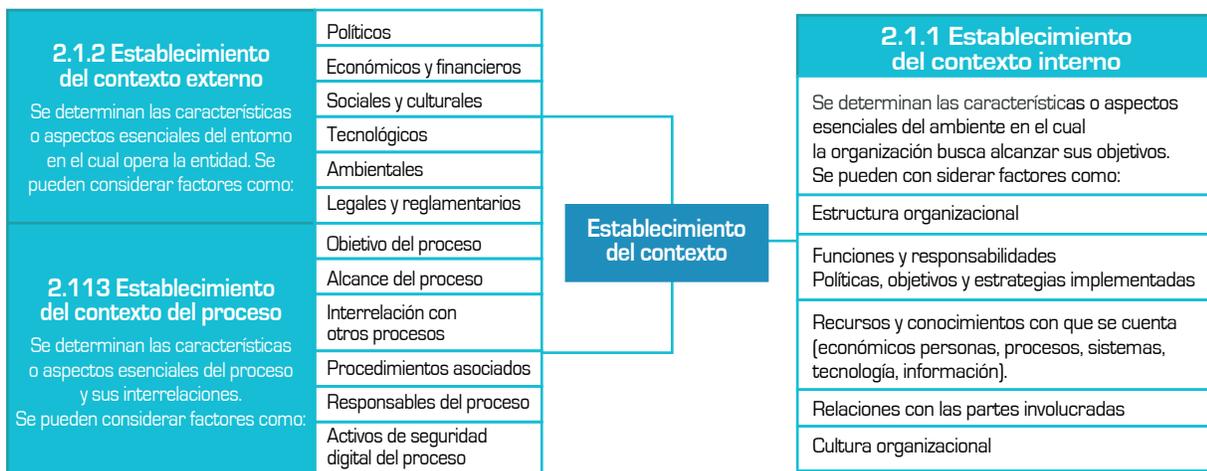
¹ Departamento Administrativo de la Función Pública, Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas, Bogotá Colombia octubre 2020.

² Ibid.

Gráfica 1. Aspectos a desarrollar en la identificación del riesgo.



Gráfica 2. Análisis del contexto externo, interno y del proceso.



Fuente: DAFP 2018-2020.

El contexto externo enfatiza inicialmente lo ambiental a través del contexto territorial, sin perjuicio del contexto interno y de otros contextos, que también se consideran en la definición específica de los riesgos examinados.

2.3 Contexto territorial

Las ciudades constituyen territorios que agregan de manera creciente variadas actividades económicas (internas y externas), atrayendo poblaciones mediante su migración, asentamiento, localización y movilización diferencial, según las capacidades, requisitos, necesidades, etc., dadas en la promoción y sostenimiento, entre otros asuntos, del desarrollo urbano inmobiliario residencial y su correspondiente intercambio de recursos en el territorio.

El estudio de la inseguridad hídrica y energética se orienta a la capacidad de un territorio para satisfacer distintos usos y demandas de agua y energía, enfocándose en las necesidades humanas que se manifiestan en el ámbito doméstico y complementa otros enfoques centrados en la capacidad de las personas-hogares para satisfacer sus necesidades hídricas, energéticas³ y de alimentos, en tanto estos constituyen un conjunto básico de insumos para la sustentación y desempeño doméstico.

La mirada territorial pone énfasis en el carácter sistémico y complejo de la inseguridad y en su dependencia de procesos y elementos que operan en múltiples escalas espaciales y temporales⁴. La actividad residencial resulta muy sensible porque las funciones domésticas están vinculadas y son vulnerables frente a los cambios de los procesos que condicionan la satisfacción de una multiplicidad de usos y demandas, ligados tanto a la salud y bienestar humano, como al desarrollo productivo⁵.

Así entonces, desde lo territorial se considera el contexto geográfico nacional, en tanto hay información específica acerca de sus condiciones hídricas, sobre las que se soporta la demanda de agua, energía y, en parte, de alimentos, aunque estos últimos y/o sus precursores se importan en gran medida, dependiendo de otras condiciones específicas no locales, que aquí no se detallan por ahora.

El índice de escasez en año seco del IDEAM (Mapa 1) muestra la relación entre la oferta hídrica disponible y la demanda de agua por actividades socioeconómicas en un año seco. Según se observa, la ciudad de Bogotá DC presenta un índice Alto, por lo que al parecer no habría mayor problema, sin embargo, este valor en buena medida pertenece al páramo de

³ A. Urquiza y M. Billi, "Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población", Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/138), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020

⁴ Ibid.

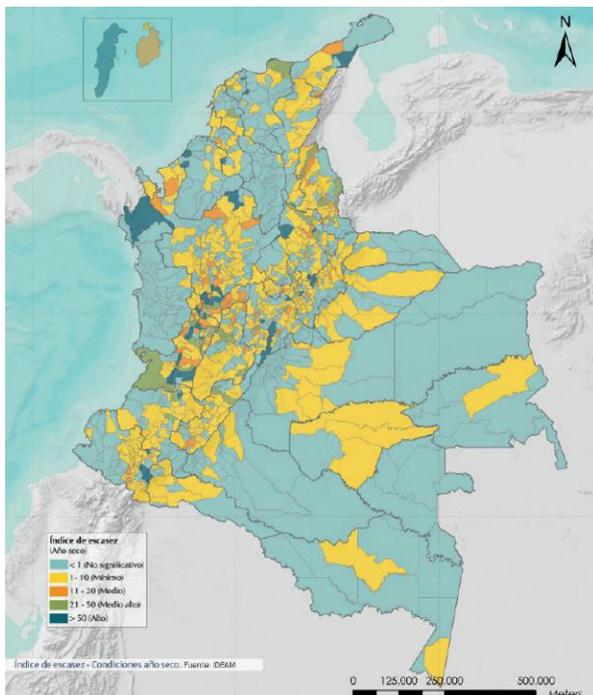
⁵ Ibid.

Sumapaz, que no abastece sino una menor parte de la demanda de agua al sur de la ciudad, pues la mayor parte depende de otras cuencas como las que nacen en los páramos de Chingaza y de Gucheneque ubicadas al oriente y nororiente del DC, que tienen índices medio, mínimo y bajo.

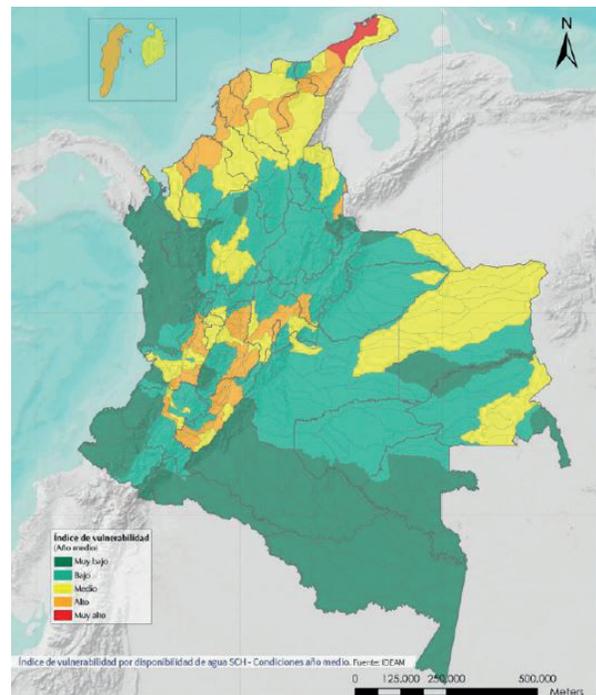
El índice de vulnerabilidad del abastecimiento hídrico (Relación de rangos del Índice de Regulación Hídrica y el Índice de Uso del Agua), si muestra a Bogotá DC en rango Alto, y sus principales fuentes en rango medio (Mapa 2).

Adicionalmente el riesgo por incendios forestales, especialmente alto para Bogotá DC cuando hay temporada de El Niño (Mapa 3 y Mapa 4), evidencian la posibilidad de interrupciones en las cadenas de suministro.

Mapa 1 Índice de Escasez Hídrica



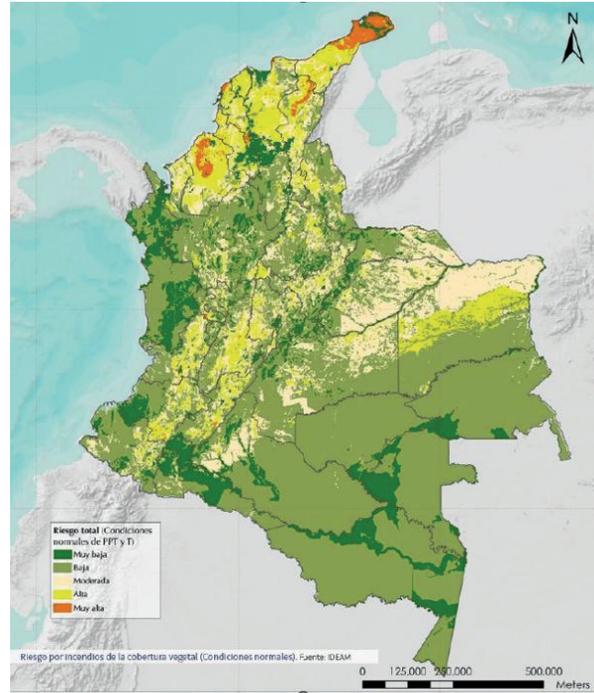
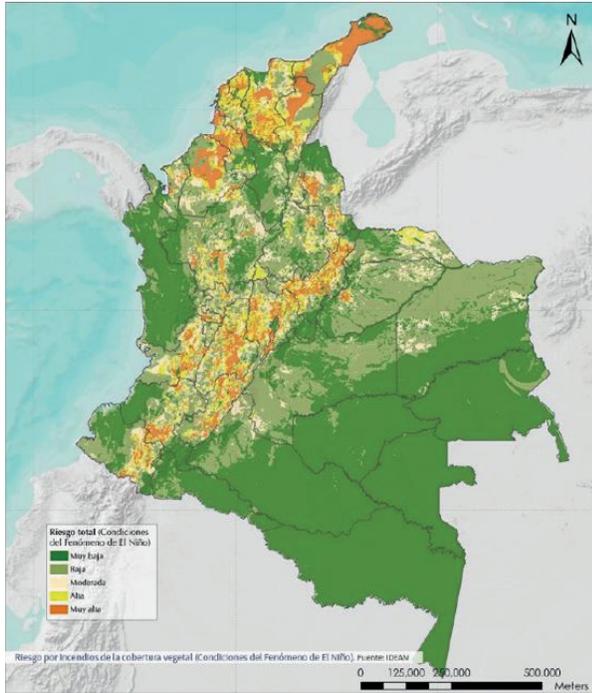
Mapa 2 Índice Vulnerabilidad Abastecimiento Hídrico



Fuente: IDEAM.

Mapa 3 Riesgos Incendio Cobertura Vegetal (con Niño)

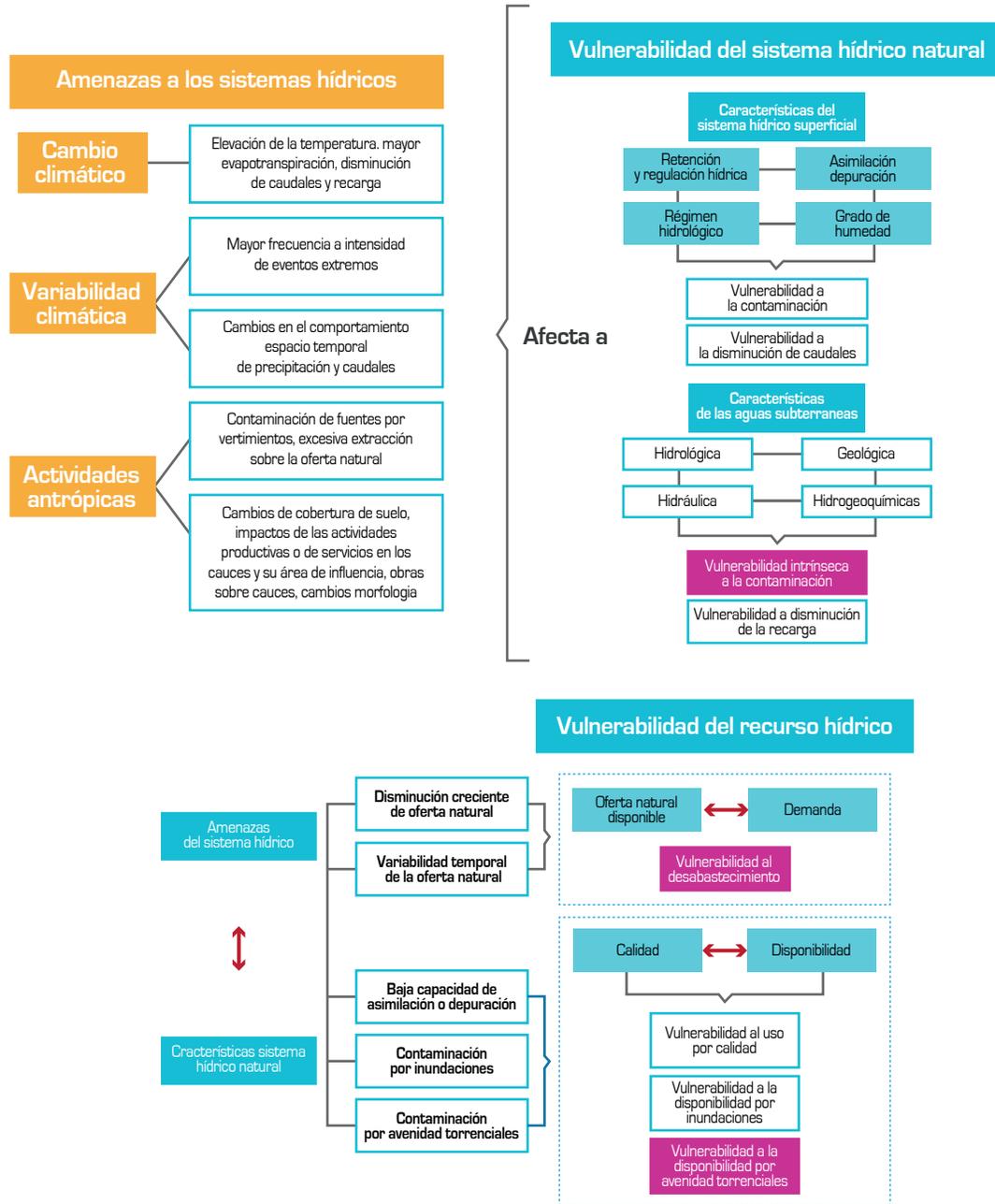
Mapa 4 Riesgos Incendio Cobertura Vegetal (sin Niño)



Fuente: IDEAM.

Desde el enfoque del Sistema Nacional Ambiental, SINA, el análisis de riesgos de los sistemas hídricos comprende tres tipos de amenazas (Cambio Climático, Variabilidad Climática y Actividades Antrópicas) y una serie de vulnerabilidades asociadas a las aguas superficiales y a las subterráneas que, en definitiva, corresponden a las condiciones que los entornos naturales puedan mostrar en cierto momento frente al desencadenamiento potencial de eventos de disminución de caudales y/o contaminación.

Gráfica 3. Análisis Riesgos SIRH Sistema Nacional Ambiental SINA⁶.



Fuente: IDEAM- SIRH

⁶ IDEAM, Sistema de Información del Recurso Hídrico, Modelo Conceptual De Amenazas y Vulnerabilidades del Sistema Hídrico Natural, <http://capacitacion.sirh.ideam.gov.co/homeSIRH/HOME/riesgo-n3.html>.

2.4 Identificación de activos

Los activos son aquellos aspectos tangibles o intangibles de valor que pueden verse afectados negativamente por la materialización de una amenaza, en la medida en que la vulnerabilidad lo permita. El uso residencial comprende varios tipos de activos (Tabla 1), que pueden afectarse en el evento de que se concreten ciertos riesgos, como los relativos a la interrupción del suministro de agua, energía y de alimentos.

2.5 Identificación de riesgos.

Los riesgos asociados a la vulnerabilidad hídrica, energética y alimentaria se identifican de acuerdo a cada uno de estos elementos, junto con las correspondientes amenazas y vulnerabilidades, considerando al menos tres escalas de tiempo según su respectivo carácter (Tabla 1). Consecuentemente, se realiza la descripción de los riesgos, involucrando los activos y las correspondientes causas o vulnerabilidades (Tabla 2).

Tabla 1. Identificación de Amenazas, Riesgos y Vulnerabilidades

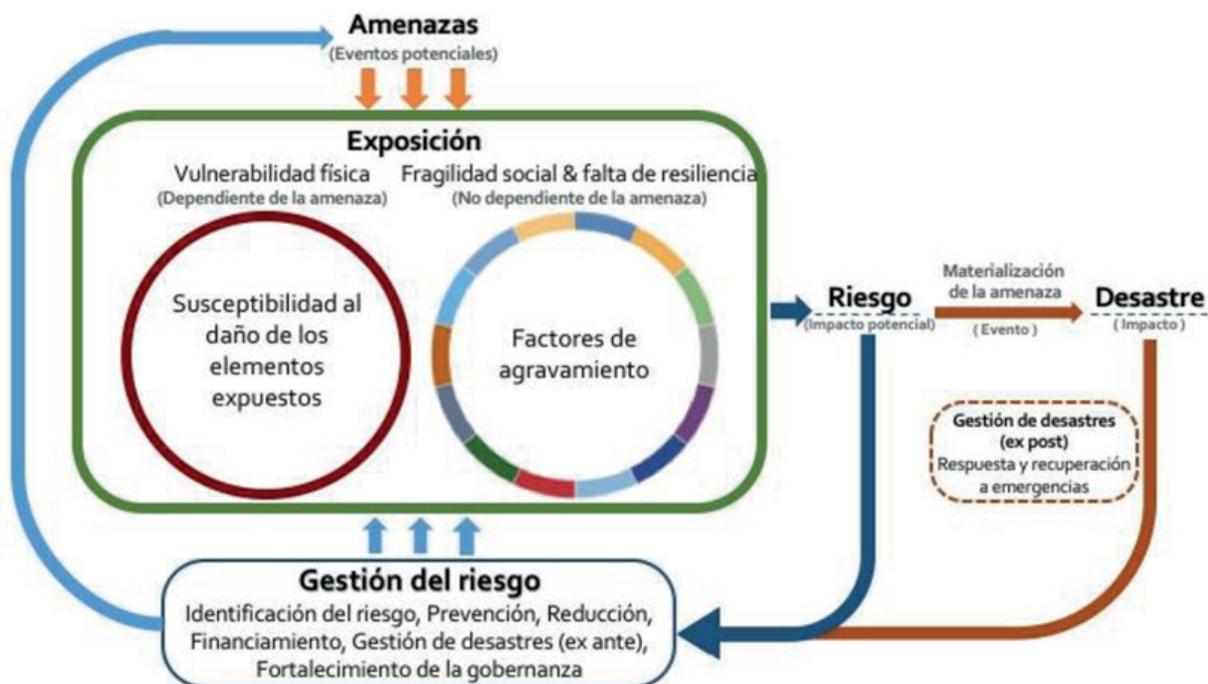
			Hídrico			Alimentario			Energético											
A= Amenazas	Peligros	Generales	Incertidumbre Climática																	
			Adeversidades Económicas Globalización Financiera Corporativa																	
			Ciber Ataque Siniestro Jaque Informático web																	
		Intermedios	Variabilidad Climática																	
			Interrupción-Ruptura-Afectación Cadenas de Valor y de Suministro																	
			Perturbación, Desconexión y Pérdida Tecnológica - Informática																	
		Específicos	Sequia			Escasez			Uso Fuentes Contaminantes											
			Impotabilidad			Desabastecimiento			Dependencia Fuentes Privadas											
			Insuficiente oferta			Demora Insumos suministros			Parálisis											
			Carestía																	
			Racionamiento																	
Conflictos Violencia Disputas Vitales																				
Baja			Media			Alta			Baja			Media			Alta					
R = Riesgos	I = Incertidumbre																			
	Daños Perdidas Consecuencias	Deshidratación			Hambre Inanición			Oscuridad												
		Contaminación			Dieta desbalanceada			Frio												
		Insalubridad			Desnutrición aguda-crónica			Incomunicación												
	Parálisis Doméstica, Académica y Laboral																			
	P = Potencialidad																			
I = Intensidad																				
e = Exposición																				
t = Tiempo																				
V = Vulnerabilidad	Debilidad Fragilidad Suceptibilidad Predisposición Desadaptación	General	Provisión Centralizada			Dependencia importaciones			Fuentes Alternativas No Renovables											
			Reservas limitadas			Reservas limitadas			Subdesarrollo Fuentes Renovables											
			Tratamiento Centralizado			Conservación Limitada			Conservación limitada de Energía											
			Escaso reciclaje			Espacios reducidos para almacenar y producir			Dependencia tecnológica											
			Ingresos insuficientes																	
			Des/Sub-empleo																	
			Ignorancia																	
		Intermedia	Infraestructura Urbana			Cadenas Producción y Distribución			Fuentes Renovables Alternativas											
			Infraestructura construcción			Cadenas Consumo y Generación			Residuos solidos											
			Técnico-Tecnológico			Balance Nutricional			Vertimientos líquidos											
		Especifica							Emisiones gaseosas											
			Relocalización descentralización			Seguridad suministro			Viabilidad-Factibilidad											
			Reconversión y adaptación			Hábitos y patrones			Reciclaje Orgánicos											
			Saberes y conocimientos			Proteínas, Carbohidratos, Minerales y vitaminas			Manejos sanitarios											
Artefactos y Dispositivos						Biogas														
e = Exposición			Baja			Media			Alta			Baja			Media			Alta		
t = Tiempo			Corto plazo			Medio plazo			Largo plazo			Corto plazo			Medio plazo			Largo plazo		

Fuente: Elaboración propia

2.6 Valoración de riesgos

Se examinan los aspectos específicos de los riesgos asociados a las personas-hogares que habitan las viviendas en las zonas residenciales de la ciudad, y se considera un enfoque holístico (Gráfica 4), que permite relacionar las causas y los efectos de los riesgos, amenazas y vulnerabilidades de una manera sistémica, y se orienta la valoración de los diferentes aspectos y condiciones determinantes mediante una ponderación subjetiva de las probabilidades.

Gráfica 4. Enfoque Holístico Modelo de Gestión del Riesgo Colombia⁷



Fuente: Cardona y Barbat (2000) UNPGRD.

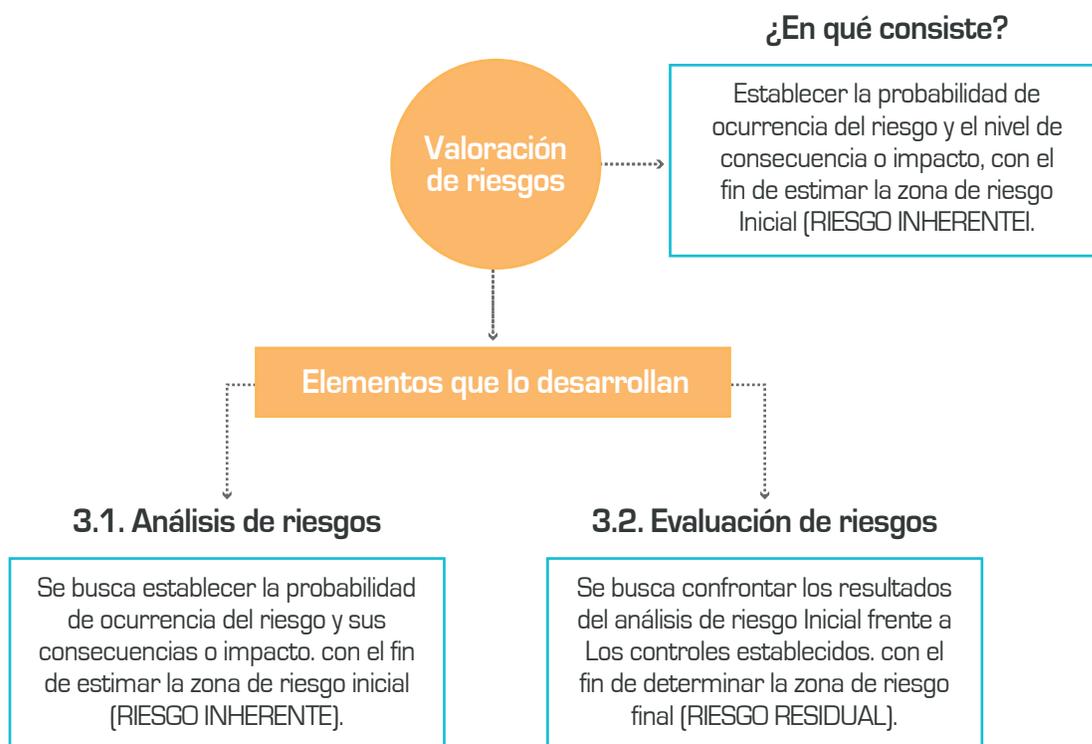
⁷ Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo y Desastre UNPGRD, Atlas de Riesgo de Colombia 2019.

Tabla 2. Descripción de los riesgos, amenazas, vulnerabilidades.

	RIESGOS	ACTIVOS	DESCRIPCIÓN RIESGO	AMENAZAS	TIPOS	CAUSAS/ VULNERABILIDADES	CONSECUENCIAS Corto Plazo / Medio Plazo / Largo Plazo
Hídrico	Deshidratación	Pérdida de Salud y Vida	Falta permanente de agua potable para beber	Sequia Racionamiento	Seguridad Hídrica	- Ausencia o insuficiencia de Infraestructuras Descentralizadas / Relocalizadas para Captación y Almacenamiento Independiente de agua	CP: Enfermedad MP: Conflictos Violencia Disputas Vitales LP: Muerte
	Contaminación	Pérdida de Salud, Vida y Calidad de vida	Uso forzoso de agua sucia para beber, comer y lavar	Impotabilidad		- Carencia de Artefactos / Dispositivos para el Tratamiento autónomo de aguas residuales - Desconocimiento de Instalación y Manejo de Artefactos / Dispositivos	CP: Enfermedad aguda MP: Enfermedad crónica LP: Muerte
	Insalubridad ambiental	Pérdida de Salud, Vida y Calidad de vida	Residir en entornos sucios, contaminados y hediondos	Deficiente manejo		- Escasa Reconversión y adaptación tecnológica - Falta de prevención en atención de emergencias - Incierta Disposición aprendizaje opciones de manejo sanitario	CP: Enfermedad aguda MP: Enfermedad crónica LP: Muerte
	Interrupción actividades Domésticas, Académicas y Laborales	Afectación de las capacidades productivas, formativas y domésticas	Restricción de las actividades y funciones domésticas asociadas con el uso de agua	- Acceso Insuficiente - Racionamiento - Carestía		- Limitados Saberes, Conocimientos y Experiencias de Supervivencia	CP: Disputas Vitales Violencia MP: Conflictos LP: Pobreza
Alimentario	Hambre Inanición	Pérdida de Salud y Vida	Falta permanente de alimentos para comer	Seguridad Alimentaria	- Dependencia importaciones - Insuficientes Reservas - Limitada Conservación	Enfermedad Muerte Conflictos Violencia Disputas Vitales	
	Dieta desbalanceada	Pérdida de Salud	Limitada variedad, calidad y cantidad de alimentos		- Escasez, - Desabastecimiento - Retrasos en Insumos y suministros - Carestía Racionamiento	- Reducidos Espacios (conservar/producir) - Ingresos insuficientes	Enfermedad
	Desnutrición aguda-crónica	Pérdida de Salud	Déficit contingente o permanente de nutrientes básicos		Restricción de las actividades y funciones domésticas asociadas a la alimentación	- Des/Sub-empleo - Ignorancia/Inexperiencia	Enfermedad
	Interrupción actividades Domésticas, Académicas y Laborales	Afectación de capacidades productivas, formativas y domésticas					Pobreza Depresión Conflictos Violencia Disputas Vitales
Energético	Oscuridad	Afectación de necesidades y capacidades productivas, formativas y domésticas	Falta de iluminación en espacios oscuros y en la noche	- Inseguridad, - Parálisis, - Racionamiento	Seguridad Energética	- Dependencia Técnica y Económica	- Uso emergente de tecnologías contaminantes - Ruptura de vínculos sociales - Conflictos Violencia Disputas Vitales
	Frio		Afectación térmica negativa en ambientes y personas	Racionamiento, Hipotermia, Parálisis		- Incierta Viabilidad / Factibilidad de alternativas energéticas independientes	
	Incomunicación		Interrupción de las relaciones y vínculos personales, familiares, sociales, etc.	- Aislamiento, - Parálisis - Racionamiento		- Exiguo reciclaje, manejo y tratamiento técnico de residuos orgánicos para aprovechamiento energético local	
	Interrupción actividades Domésticas, Académicas y Laborales		Restricción de las actividades y funciones domésticas, académicas y laborales	- Abandono, - Paro - Racionamiento - Carestía		- Dependencia extrema de sistemas y tecnologías de la información y la comunicación	

Adicionalmente la valoración del riesgo se asocia a la probabilidad de su eventual materialización, mediante su análisis y evaluación a fin de determinar los diferentes grados de aproximación y sus correspondientes efectos, impactos o consecuencias, involucrando en ello el tiempo de exposición, entre otros aspectos, para finalmente precisar el riesgo inherente (evitable) y el riesgo residual (inevitable).

Gráfica 5. Valoración del riesgo



Fuente: DAFP 2020.

Los resultados estimados se obtienen mediante un conjunto de matrices de calor, aplicadas: una para las amenazas, otra para los riesgos y otra para las vulnerabilidades, a efecto de establecer una serie de puntajes aproximados para cada uno de estos asuntos, que pueden variar según los criterios e información pertinentes y disponible en sucesivas versiones de ajuste y mejora continua.

3. Resultados generales

Los conceptos de vulnerabilidad, amenaza y riesgo, involucrados en la temática de estudio, suponen significados variables según los lugares, momentos y circunstancias en que se han considerado.

En esta oportunidad y con el ánimo de ser lo más consistente posible frente a la teoría consolidada, se toman como referencia los conceptos acuñados por uno de los autores más reconocidos en el ámbito de los estudios de riesgos y desastres naturales; incluyendo en cada uno de ellos el modelo de análisis de las condiciones hídricas, energéticas y alimentarias implicadas en la actividad residencial urbana de la ciudad y sus correspondientes valoraciones.

3.1 Amenaza

Las amenazas asociadas a las vulnerabilidades de las personas-hogares que residen en la ciudad de Bogotá DC, refieren a los peligros latentes o factores de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto⁸, tal como son los diferentes tipos de viviendas y de habitantes asentados en el área urbana, que están expuestos de varias maneras a los potenciales cambios que pueden ocurrir en su entorno natural y artificial.

Las amenazas se expresan en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad⁹, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado. Las personas-hogares y viviendas de la ciudad tienen diferentes probabilidades de estar expuestas a sucesos naturales o artificiales según las respectivas escalas e intensidades de las amenazas existentes.

La identificación de amenazas hídrica, alimentaria y energética para las personas-hogares vulnerables que residen en las viviendas, tiene al menos tres escalas: general, intermedia y específica. Las dos primeras comprenden sucesos naturales y artificiales de índole común, mientras que las amenazas específicas comprenden eventos diferenciales según cada fuente.

La probabilidad de que suceda cada amenaza, se considera entre incierta, improbable, posible, probable y cierta, de acuerdo con el criterio experto y la información estadística requerida y disponible.

Las intensidades de los efectos generados por las amenazas se valoran según la duración temporal de los sucesos, entre: corto, medio corto, medio, medio largo y largo, siendo efectivamente mayores las intensidades cuando mayor tiempo pasa y viceversa.

Al computar los valores asignados a las probabilidades, con los valores dados a las intensidades efectivas, se obtienen los valores ponderados y los correspondientes niveles de amenaza de acuerdo a los siguientes parámetros:

⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

Amenaza	=	Amenazas Hídricas, Alimentarias, Energéticas (Generales, Intermedias, Específicas)
	/	Probabilidad (Incierta: 1, Improbable: 2, Posible: 3, Probable: 4, Cierta: 5)
	*	Intensidad efectos (corto, medio corto, medio, medio largo, largo)
	=	Valores y niveles de la Amenaza (Extrema: 15 - 25, Alta: 9 - 12, Media: 3 - 8, Baja: 1 - 2)

Los niveles de amenaza que resultan por la asignación de valores nominales - ordinales a los sucesos identificados entorno a la vulnerabilidad de las personas-hogares residentes de las viviendas en el área urbana de la ciudad, muestran señales de alarma según las ponderaciones dadas por el criterio experto y la información estadística requerida y disponible.

En principio se aplican solo criterios intuitivos a partir del conocimiento y la experiencia sujetos a discusión y ajuste, considerando que se trata de un modelo de análisis preliminar y experimental tendiente a evaluar vulnerabilidades urbanísticas (aparte de las sísmicas, de inundación y de remoción), en función de las amenazas y riesgos, desde un enfoque alternativo centrado en las flaquezas de los bienes y servicios requeridos y esenciales (agua, energía, alimentos) para garantizar el debido funcionamiento del hábitat urbano residencial (tabla 3).

Tabla 3. Valoración Amenazas

Amenazas

Identificación		Probabilidad	Intensidad Efectos	Valor Amenaza	Nivel Amenaza
Generales (comunes)	Incertidumbre Climática, Geológica y Astrofísica	3	5	15	Extrema
	Adeversidades Económicas (Globalización Financiera Corporativa)	3	4	12	Alta
	Ciber Ataques Siniestros Hackeos Informáticos web	3	4	12	Alta
Intermedias (comunes)	Variabilidad Climática	4	4	16	Extrema
	Interrupción-Ruptura-Afectación Cadenas de Producción y Suministro	4	4	16	Extrema
	Perturbación, Desconexión y Pérdida Tecnológica - Informática	3	4	12	Alta
Específicas Hídricas	Sequia	3	5	15	Extrema
	Impotabilidad	3	5	15	Extrema
	Deficiente manejo	3	4	12	Alta
	Acceso Insuficiente	3	4	12	Alta
Específicas Alimentarias	Escasez	4	4	16	Extrema
	Desabastecimiento	4	4	16	Extrema
	Retraso en Insumos y suministros	3	4	12	Alta
Específicas Energéticas	Inseguridad,	3	3	9	Alta
	Hipotermia	4	3	12	Alta
	Aislamiento	3	4	12	Alta
	Abandono	3	4	12	Alta
	Paro	3	4	12	Alta
Específicas Comunes	Parálisis	3	4	12	Alta
	Carestía	4	3	12	Alta
	Racionamiento	4	4	16	Extrema
	Conflictos Violencia Disputas Vitales	4	5	20	Extrema

		Valoración					
		Intensidad (Efectos)					
		Escala de tiempo					
		Corto 1	Medio Corto 2	Medio 3	Medio Largo 4	Largo 5	
Probabilidad	Cierta	5	5	10	15	20	25
	Probable	4	4	8	12	16	20
	Posible	3	3	6	9	12	15
	Improbable	2	2	4	6	8	12
	Incierta	1	1	2	3	4	5

	Extrema: Aplicar Control correctivo.
	Alta: Aplicar Control detectivo
	Media: Aplicar Control preventivo
	Baja: Aplicar Control manual

Fuente: Elaboración propia

3.2 Riesgo

Es el concepto más reconocido en el ámbito de la prevención de emergencias, aunque este se confunde a veces con el anterior concepto de amenaza, el riesgo corresponde al potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la convolución de la amenaza y la vulnerabilidad¹⁰.

Las personas-hogares residentes en las viviendas de la ciudad están expuestos a estas dos condiciones concomitantes entorno al acceso al agua, la energía y los alimentos, porque potencialmente podrían verse privadas de estos bienes, perdiendo una serie de condiciones esenciales y necesarias para sustentar el debido funcionamiento del hábitat urbano.

El riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto período de tiempo. Así entonces, los riesgos asociados al suministro de agua, de energía y de alimentos, que sustentan la función residencial urbana, primero se identifican, de acuerdo con estos recursos, como las pérdidas, daños y/o consecuencias potenciales, derivadas de una eventual materialización y presencia de las respectivas amenazas y vulnerabilidades concomitantes asociadas; luego se asigna una valoración subjetiva a sus probabilidades y a su nivel de impacto, según los tiempos de exposición relativos a cada riesgo, y seguidamente se computan entre sí estas valoraciones para obtener los valores y niveles de riesgo correspondientes.

Riesgo	=	Perdidas, Daños, Consecuencias (Hídricas, Energéticas, Alimentarias)
	/	Probabilidades (Imposible: 1, Improbable: 2, Posible: 3, Probable: 4, Comprobado: 5)
	*	Nivel de Impacto (corto: 1, medio corto: 2, medio: 3, medio largo: 4 y largo: 5);
	=	Valores y Niveles de Riesgo (Catastrófico, Severo, Crítico, Dañino)

¹⁰ Ibid.

Tabla 4. Valoración Riesgos.

Riesgos										
Pérdidas - Daños - Consecuencias	Identificación	Potencialidad Probabilidad	Intensidad x Escalas de Tiempo					Valor Riesgo	Nivel Riesgo	
			Corto 1	Medio Corto 2	Medio 3	Medio Largo 4	Largo 5			
Hídrico	Deshidratación	4		segundos	minutos	horas	días	5	20	Catastrófico
	Contaminación	3		segundos	minutos	horas	días	5	15	Catastrófico
	Insalubridad ambiental	3	segundos	minutos	horas	días	semanas	4	12	Severo
	Interrupción Doméstica, Académica y Laboral	4	horas	días	semanas	meses	años	2	8	Crítico
Alimentario	Hambre inanición	4		segundos	minutos	horas	días	5	20	Catastrófico
	Dieta desbalanceada	3	horas	días	semanas	meses	años	3	9	Severo
	Desnutrición aguda-crónica	3	horas	días	semanas	meses	años	3	9	Severo
	Interrupción Doméstica, Académica y Laboral	3	horas	días	semanas	meses	años	3	9	Severo
Energético	Oscuridad	4	minutos	horas	días	semanas	meses	2	8	Crítico
	Frio	4	minutos	horas	días	semanas	meses	2	8	Crítico
	Incomunicación	4	minutos	horas	días	semanas	meses	2	8	Crítico
	Interrupción Doméstica, Académica y Laboral	4	minutos	horas	días	semanas	meses	3	12	Severo

Valoración						
		Intensidad (Impacto)				
		Escalas de tiempo				
		Corto 1	Medio Corto 2	Medio 3	Medio Largo 4	Largo 5
Potencialidad Probabilidad	Comprobado	5	10	15	20	25
	Probable	4	8	12	16	20
	Posible	3	6	9	12	15
	Improbable	2	4	6	8	12
	Imposible	1	2	3	4	5

■	Catastrófico: Control correctivo
■	Severo: Control Preventivo
■	Crítico: Control Detectivo
■	Dañino: Control Prescriptivo

Fuente: Elaboración propia

3.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es entendida como la reducida capacidad para “adaptarse” o ajustarse a determinadas circunstancias¹¹. En el ámbito urbanístico de la ciudad de Bogotá DC, ello supone la existencia de limitaciones de diversa índole, asociadas a la población residente en los distintos tipos de viviendas que componen la ciudad, de cara a eventuales cambios extremos en las condiciones de acceso a bienes y servicios urbanos básicos como el agua, la energía y los alimentos.

También se entiende, en general, como un factor de riesgo interno que matemáticamente está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno

¹¹ Omar Darío Cardona A, La necesidad de repensar de manera holística los Conceptos de Vulnerabilidad y Riesgo “Una Crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión.

¹² Ibid.

que caracteriza la amenaza¹². En tal sentido, se considera que las viviendas y la población residente en ellas, en tanto sujetos y sistemas, potencialmente están expuestas a diferentes afectaciones por diferentes fenómenos que podrían amenazar su estabilidad funcional, según sus respectivos factores internos de riesgo.

Se puede definir como un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño; en otras palabras, es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste¹³. Así entonces, hay ciertas condiciones intrínsecas que predisponen a la población residente a ser afectada por determinados factores de riesgo que amenazan su estabilidad en mayor o menor grado, según sea su exposición a ellos durante el tiempo que dure la emergencia.

El grado de exposición está dado por el grado de dificultad que las personas-hogares tienen según sus respectivas condiciones frente a los factores determinantes. Las escalas de tiempo de la exposición son relativas a cada factor determinante y correspondiente condición.

Estos aspectos se analizan de acuerdo a las escalas general, intermedia y específica. Atendiendo que los factores determinantes y las condiciones de la vulnerabilidad de las personas-hogares se expresan en al menos estos tres grados de complejidad y que su debido tratamiento requiere acciones en correspondencia con los niveles de vulnerabilidad resultantes.

Los cálculos se hacen de acuerdo a los siguientes parámetros, que pueden ajustarse según sea el detalle de la información estadística y empírica asociada y disponible:

Valor Vulnerabilidad	=	Factores Determinantes (Hídricos - Alimentarios - Energéticos)
	/	Tipo de Condición (Dependencia - Limitación - Insuficiencia - Presencia - Deficiencia - Inseguridad - Incertidumbre)
	/	Grado Dificultad Condición (Muy Alto: 5, Alto: 4, Medio: 3, Bajo: 2, Muy Bajo: 1)
	*	Grado de Exposición (escalas de tiempo relativas: segundos, minutos, horas, días, semanas, meses, años)
	=	Nivel de vulnerabilidad (Extrema: 15 - 25, Intensa: 9 - 12, Moderada: 3 - 8, Leve: 1 - 2)

¹² Ibid.

¹³ Ibid.

Los resultados expresados mediante la valoración dada procuran definir los niveles de vulnerabilidad correspondientes a los factores determinantes, a sus condiciones, grados de dificultad y de exposición, de acuerdo con los valores ordinales previamente establecidos como parámetros de referencia y calificación.

En consecuencia, se trata de un modelo de aproximación analítica, inicialmente alimentado a partir del criterio experto y posteriormente retroalimentado según la información estadística relacionada y disponible, a efectos de conseguir una aplicación cada vez más práctica.

Tabla 5. Valoración Vulnerabilidad

Vulnerabilidad general / Intermedia													
Identificación Factores Determinantes			Condiciones	Grado de Dificultad x Condición	Exposición x Escalas de Tiempo =					Grado de Exposición x Dificultad	Valor Vulnerabilidad	Nivel Vulnerabilidad	
					Corto 1	Medio Corto 2	Medio 3	Medio Largo 4	Largo 5				
General	Hídrico	Provisión Centralizada	Dependencia	5	-	-	minutos	horas	días	4	20	Extrema	
		Reservas hídricas	Limitación	5	-	-	minutos	horas	días	5	25	Extrema	
		Tratamiento Centralizado	Dependencia	5	-	minutos	horas	días	semanas	5	25	Extrema	
		Reciclaje aguas servidas	Insuficiencia	4	-	minutos	horas	días	semanas	5	20	Extrema	
		Ingresos	Insuficiencia	4	minutos	horas	días	semanas	meses	4	16	Extrema	
		Des/Sub-empleo	Presencia	4	minutos	horas	días	semanas	meses	4	16	Extrema	
	Alimentario	Ignorancia / Inexperiencia	Presencia	3	horas	días	semanas	meses	años	3	9	Intensa	
		Importaciones	Dependencia	4	horas	días	semanas	meses	años	4	16	Extrema	
		Reservas de alimentos	Limitación	4	-	minutos	horas	días	semanas	5	20	Extrema	
		Conservación de Alimentos	Limitación	4	-	minutos	horas	días	semanas	5	20	Extrema	
		Espacios para conservar / producir alimentos	Limitación	5	horas	días	semanas	meses	años	4	20	Extrema	
		Ingresos	Insuficiencia	4	-	horas	días	semanas	meses	4	16	Extrema	
		Des / Sub-empleo	Presencia	4	-	horas	días	semanas	meses	4	16	Extrema	
		Ignorancia / Inexperiencia	Presencia	3	horas	días	semanas	meses	años	4	12	Intensa	
		Energético	Fuentes Alternas No Renovables	Dependencia	4	horas	días	semanas	meses	años	3	12	Intensa
			Desarrollo Fuentes Renovables	Insuficiencia	5	horas	días	semanas	meses	años	5	25	Extrema
			Conservación limitada de Energía	Limitación	5	-	segundos	minutos	horas	días	4	20	Extrema
			Técnico - Tecnológico	Dependencia	5	horas	días	semanas	meses	años	5	25	Extrema
Ingresos	Insuficiencia		5	horas	días	semanas	meses	años	4	20	Extrema		
Des/Sub-empleo	Presencia		4	horas	días	semanas	meses	años	3	12	Intensa		
Intermedia	Hídrico	Infraestructura Urbana	Deficiencia	4	horas	días	semanas	meses	años	5	20	Extrema	
		Infraestructura construcción	Deficiencia	4	horas	días	semanas	meses	años	5	20	Extrema	
		Técnico-Tecnológico	Dependencia	3	horas	días	semanas	meses	años	5	15	Extrema	
	Alimentario	Cadenas Producción y Distribución	Inseguridad	4	horas	días	semanas	meses	años	4	16	Extrema	
		Cadenas Consumo y Generación	Inseguridad	4	horas	días	semanas	meses	años	4	16	Extrema	
		Balance Nutricional	Inseguridad	4	horas	días	semanas	meses	años	3	12	Intensa	
	Energético	Fuentes Renovables Alternativas	Deficiencia	5	horas	días	semanas	meses	años	2	10	Intensa	
		Residuos sólidos	Deficiencia	5	horas	días	semanas	meses	años	2	10	Intensa	
		Vertimientos líquidos	Deficiencia	5	horas	días	semanas	meses	años	2	10	Intensa	
		Emissiones gaseosas	Deficiencia	3	horas	días	semanas	meses	años	2	6	Moderada	

Valoración		Grado de Exposición Escalas de tiempo					Vulnerabilidad Extrema.
		Corto 2	Medio Corto 3	Medio 4	Medio Largo 5	Largo 6	
Muy Alto	5	5	10	15	20	25	Vulnerabilidad Intensa.
Alto	4	4	8	12	16	20	
Medio	3	3	6	9	12	15	Vulnerabilidad Moderada.
Bajo	2	2	4	6	8	12	
Muy Bajo	1	1	2	3	4	5	Vulnerabilidad leve.

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

- Los resultados calculados con estimaciones probabilísticas que, en casi todos los aspectos considerados, muestran elevados niveles de riesgo, en la medida en que se detallan y ponderan las condiciones que les afectan según los criterios de valoración establecidos.
- No obstante, los parámetros están dados de manera aproximada, porque se trata de la primera versión de un modelo de análisis que aún requiere ajustes en su diseño y la determinación de fuentes de información empírica que permitan evitar la dependencia en una valoración subjetiva.
- Así mismo aún están por definir las medidas de control correspondientes a cada uno de los aspectos identificados. La identificación y valoración de potenciales riesgos, entonces, permite la identificación de las mayores amenazas y el diseño de mitigaciones.
- De modo análogos a los reconocidos riesgos sísmicos, de inundación y de avalancha, las viviendas y personas-hogares que las habitan requieren un tratamiento especial de reconversión tecnológica orientado a la infraestructura constructiva, tan difícil como el reforzamiento estructural sísmico recomendado para mitigar el riesgo telúrico, para el tema de la vulnerabilidad hídrica, energética y alimentaria. Esto conllevarían, además de aspectos físicos, otros de carácter no físico y de orden económico, social, cultural, etc.
- La centralización del manejo de los recursos hídricos, energético y alimentarios tiene eficiencias relativas a las escalas de manejo, pero así mismo los riesgos son relativos. Por lo que, según los escenarios de déficit o superávit, inherentes al análisis y proyecciones, se podrá establecer con mayor certeza alternativas más o menos eficientes de mitigación.
- Queda por incorporar al modelo de análisis la información estadística necesaria y disponible que soporte las valoraciones estimadas, considerando que el ejercicio realizado corresponde más a un modelo de probabilidad subjetiva, en tanto que algunos de los eventos identificados no han ocurrido y por lo tanto se dificulta la asignación de probabilidad con base en información histórica.

5. Referencias Bibliográficas

Departamento Administrativo de la Función Pública, Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas, Bogotá Colombia octubre 2020

A. Urquiza y M. Billi, “Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/138), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL),2020

IDEAM, Sistema de Información del Recurso Hídrico, Modelo Conceptual De Amenazas y Vulnerabilidades del Sistema Hídrico Natural,
<http://capacitacion.sirh.ideam.gov.co/homeSIRH/HOME/riesgo-n3.html>

Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo y Desastre UNGRD, Atlas De Riesgo De Colombia 2019

Omar Darío Cardona A, La necesidad de repensar de manera holística los Conceptos de Vulnerabilidad y Riesgo “Una Crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión