

EOT

Esquema de Ordenamiento Territorial
del Municipio de Valparaíso

2021

REVISIÓN Y AJUSTE DEL
ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL -
EOT DEL MUNICIPIO DE VALPARAÍSO
DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ



Implementado por
giz
Cooperación Internacional
Zusammenarbeit ist die Stärke



INCORPORACION DE LA GESTION DEL RIESGO EN EL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE VALPARAISO

CONTENIDO

ALCANCES	9
1 GENERALIDADES	9
1.1 Marco de referencia	9
1.1.1 Marco conceptual.....	10
1.1.1.1 Gestión del riesgo:	10
1.1.1.2 Evento:	10
1.1.1.3 Inundaciones.....	10
1.1.1.4 Inventario.....	11
1.1.1.5 Factores condicionantes	11
1.1.1.6 Factores detonantes	11
1.1.1.7 Amenaza:	11
1.1.1.8 Movimientos en masa.....	11
1.1.1.9 Avenidas torrenciales.....	11
1.1.1.10 Incendios forestales	11
1.1.1.11 Riesgos	12
2 EVENTOS HISTÓRICOS.....	12
2.1 Información secundaria.....	12
2.2 Proceso de participación ciudadana	15
3 DELIMITACIÓN DE Y ZONIFICACIÓN DE LAS AREAS DE AMENAZA	17
3.1 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en zona rural	18
3.1.1 Descripción metodológica.....	18
3.1.1.1 Insumos generales	19
3.1.1.2 Insumos temáticos.....	19
3.1.1.3 Detonantes de la amenaza	31
3.1.2 Zonificación de la amenaza	36
3.2 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en zona urbana y centros poblados	39
3.3 Estudio básico de amenaza por inundación en zona rural.....	39
3.3.1 Estudios previos.....	40
3.3.1.1 Estudios Departamentales de Gestión del Riesgo	41
3.3.1.2 Estudio Del Régimen Hídrico En La Subcuenca Hidrográfica Del Río Pescado	42



3.3.1.3	Evaluación geoambiental e hídrica del proyecto de perforación exploratoria del bloque petrolero El Nogal en los municipios Morelia y Valparaíso – Caquetá, para la defensa del agua y el territorio	42
3.3.1.4	Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Valparaíso (2010-2019) ...	44
3.3.2	Descripción metodológica	45
3.3.2.1	Análisis geomorfológico	46
3.3.2.2	Caracterización del sistema fluvial y eventos históricos.....	51
3.3.2.3	Análisis multitemporal	52
3.3.2.4	Eventos históricos	60
3.3.3	Zonificación de la amenaza por inundaciones	61
3.4	Estudio básico de amenaza por inundación en suelo urbano	64
3.4.1	Estudios previos.....	64
3.4.2	Insumos generales.....	66
3.4.2.1	Modelo digital de terreno (DTM).....	66
3.4.2.2	Modelo de sombras	67
3.4.2.3	Orto fotografía	68
3.4.3	Descripción metodológica	68
3.4.3.1	Eventos históricos	69
3.4.3.2	Análisis multitemporal	70
3.4.3.3	Análisis hidrológico	73
3.4.3.4	Análisis de las geoformas susceptibles a sufrir fenómenos de inundación.....	76
3.4.4	Zonificación final de la amenaza por inundación	84
3.5	Estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales	87
3.5.1	Descripción metodológica	88
3.5.1.1	Análisis geomorfológico.....	89
3.5.2	Zonificación de la amenaza	91
3.6	Otras amenazas	93
3.6.1	Incendios forestales.....	93
3.6.1.1	Marco conceptual	93
3.6.1.2	Análisis de focos de calor	94
3.6.1.3	Área afectada por quemas en los últimos años.....	99
3.6.1.4	Relación entre los focos de calor y las cicatrices de quema	100
3.6.1.5	Conclusiones	102
3.6.2	Socavación lateral.....	103

1.1.1.1	Análisis de dinámica fluvial	103
1.1.1.2	Identificación de puntos críticos	105
3.6.3	Sequias	107
3.6.4	Tormentas eléctricas	112
3.6.5	Sismos	114
3.6.6	Vendavales	115
4	ÁREAS CON CONDICIÓN DE AMENAZA	117
4.1	Áreas con condición de amenaza por avenidas torrenciales	117
4.1.1	Suelo rural	117
4.1.2	Suelo urbano y de expansión	117
4.2	Áreas con condición de amenaza por movimientos en masa	117
4.2.1	Suelo rural	117
4.2.2	Suelo urbano y de expansión	118
4.3	Áreas con condición de amenaza por inundaciones	118
4.3.1	Suelo rural	118
4.3.2	Suelo urbano	118
5	ÁREAS CON CONDICIÓN DE RIESGO	119
5.1	Áreas con condición de riesgo por avenidas torrenciales	119
5.1.1	Suelo rural	119
5.1.2	Suelo urbano y de expansión	120
5.2	Áreas con condición de riesgo por movimientos en masa	120
5.2.1	Suelo rural	120
5.2.2	Suelo urbano y de expansión	120
5.3	Áreas con condición de riesgo por inundaciones	120
5.3.1	Suelo rural	120
5.3.2	Suelo urbano y de expansión	121
6	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN Y PRIORIZACIÓN PARA ESTUDIOS DE DETALLE	123
6.1	Movimientos en masa	123
6.1.1	Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención	123
6.1.2	Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención	124
6.1.3	Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle	125
6.2	Inundaciones	125
6.2.1	Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención	125
6.2.2	Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención	126
6.2.3	Zonas priorizadas	126



7	Bibliografía	128
---	--------------------	-----

Índice de figuras

Figura 1.	Proceso de recopilación de información historia de eventos	12
Figura 2.	Eventos históricos según el tipo de amenaza para el municipio de Valparaíso	14
Figura 3.	Relación de eventos históricos por fuente consultada.....	14
Figura 4.	Eventos históricos reportados por fuentes secundarias para el municipio de Valparaíso	15
Figura 5.	Espacios de participación en el municipio de Valparaíso	16
Figura 6.	Espacialización de eventos reportados por la comunidad del municipio de Valparaíso.....	17
Figura 7.	Uso de SIG para el análisis heurístico de susceptibilidad por movimientos en masa	18
Figura 8.	Descripción metodológica de la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa	19
Figura 9.	Susceptibilidad a movimientos en masa por geología para el municipio de Valparaíso	22
Figura 10.	Susceptibilidad a movimientos en masa por geomorfología para el municipio de Valparaíso	26
Figura 11.	Susceptibilidad a movimientos en masa por suelos para el municipio de Valparaíso	28
Figura 12.	Susceptibilidad a movimientos en masa por coberturas para el municipio de Valparaíso	30
Figura 13.	Susceptibilidad total a movimientos en masa para el municipio de Valparaíso...	31
Figura 14.	Matriz de calificación detonante clima	32
Figura 15.	Distribución de la detonante precipitación para el municipio de Valparaíso	33
Figura 16.	Distribución de la detonante temperatura para el municipio de Valparaíso	34
Figura 17.	Distribución del detonante sismo para el municipio de Valparaíso.....	35
Figura 18.	Matriz de decisión para la categorización de la amenaza relativa.....	36
Figura 19.	Zonificación final de amenaza por movimientos en masa para el municipio de Valparaíso	37
Figura 20.	ladera en categoría de amenaza media en el municipio de Valparaíso	38
Figura 21.	Rangos de pendientes para el municipio de Valparaíso.....	39
Figura 22.	Zonificación de amenaza por inundación en el municipio de Valparaíso desarrollada por UT Gestión del riesgo Caquetá 2018.....	41
Figura 23.	Mapa de inundación en la subcuenca hidrográfica del río Pescado.....	42
Figura 24.	Susceptibilidad por inundaciones para el bloque de exploración El Nogal.....	44
Figura 25.	Mapa de amenazas en el municipio de Valparaíso	45
Figura 26.	Metodología implementada para la zonificación por inundaciones en suelo rural	46
Figura 27.	Geoformas susceptibles a inundaciones en el municipio de Valparaíso	47
Figura 28.	Formas del paisaje presentes en el área de estudio (sistema meándrico).....	52
Figura 29.	Cauce principal del río Pescado en jurisdicción del municipio de Valparaíso 1969	55



Figura 30. Cauce principal del río Pescado en jurisdicción del municipio de Valparaiso 1999	55
Figura 31. Cauce principal del río Pescado en jurisdicción de Valparaiso 2020	56
Figura 32. comparativo del cauce principal del río Pescado (1969, 1999 y 2020)	57
Figura 33. Sección A, comparativo del cauce principal del río Pescado en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)	58
Figura 34. Sección B, comparativo del cauce principal del río Pescado en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)	59
Figura 35. Eventos históricos por inundaciones reportados para el municipio de Valparaíso	60
Figura 36. Zonificación de amenaza por inundaciones en el municipio de Valparaíso	62
Figura 37. Zona en categoría de amenaza alta asociada al río Pescado	63
Figura 38. Zona en categoría de amenaza media asociada a vega de vallecitos	63
Figura 39. Zonificación de amenaza por inundaciones en el casco urbano de Valparaíso ..	65
Figura 40. Zona inundable con tiempo de retorno 100 años en el casco urbano de Valparaíso	66
Figura 41 Modelos Digitales del Terreno (MDT) para el municipio de Valparaíso.....	67
Figura 42. Modelos De Sombras para el municipio de Valparaíso.	67
Figura 43. Ortofotografías para el municipio de Valparaíso.....	68
Figura 44. Metodología implementada para la zonificación de la amenaza en área urbana y centros poblados, escala 1:5.000	69
Figura 45. Eventos históricos por inundación registrados en el casco urbano del municipio de Valparaíso y los centros poblados Santiago de la Selva, Kilometro 18 y Playa Rica.....	70
Figura 46. Análisis multitemporal de la dinámica del río Pescado en el sector de la cabecera municipal de Valparaíso.....	71
Figura 47. geometría del sistema meándrico interpretado para los años 1974 - 1985 y 1985 - 2001.	72
Figura 48. geometría del sistema meándrico interpretado para los años 2001 - 2020 y 1974 - 2020.	73
Figura 49. Precipitación máxima mensual (mm).....	74
Figura 50. Sistema hídrico natural de la cabecera municipal de Valparaíso	75
Figura 51. Figuras geomorfológicas identificadas para la cabecera municipal y centros poblados Kilómetro 18, Playa Rica y Santiago de la Selva del municipio de Valparaíso	80
Figura 52. Geoformas susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Valparaíso	82
Figura 53. Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Kilometro 18 ...	82
Figura 54. Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Playa Rica	83
Figura 55. Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Santiago de la Selva	83
Figura 56. Amenaza por inundaciones en el casco urbano de Valparaíso	84
Figura 57. Amenaza por inundaciones en el centro poblado Kilometro 18.....	85
Figura 58. Amenaza por inundaciones en el centro poblado Playa Rica.....	86
Figura 59. Amenaza por inundaciones en el centro poblado Santiago de la selva	86
Figura 60. Porcentaje de amenaza total para cada unidad de análisis	87
Figura 61. Zonas características de una avenida torrencial: zona de inicio, zona de transporte y zona de depósito	88

Figura 62. Variables empleadas para la obtención de la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales	89
Figura 63. Formas del terreno identificadas para el municipio de Valparaíso	90
Figura 64. Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Valparaíso	92
Figura 65. Focos de calor reportados por año para el municipio de Valparaíso.....	94
Figura 66. Temperatura media mensual del año 2003 al 2017 para el municipio de Valparaíso.	95
Figura 67. Cantidad de focos de calor registrados por mes a lo largo de los años	95
Figura 68. Temperaturas medias mensuales reportadas en las estaciones cercanas al municipio de Valparaíso.....	97
Figura 69. Distribución espacial de los focos de calor en el municipio de Valparaíso	99
Figura 70. Distribución de las zonas afectadas por quema para los años 2017, 2018 y 2019	100
Figura 71. Superposición de los focos de calor y cicatrices de incendios forestales.....	101
Figura 72. Relación entre los focos de calor y las hectáreas afectadas por año.....	102
Figura 73. Características de flujo, erosión y depósito en un sistema de meandros	104
Figura 74. Sistema hidráulico de flujo produce erosión de los bancos exteriores en las curvas de meandros	104
Figura 75. Reconocimiento general de zonas potenciales a sufrir fenómenos de socavación.	105
Figura 76. Configuración de la remoción lateral para la socavación de bancos laterales ..	106
Figura 77. Socavación lateral del río Pescado en el municipio de Valparaíso	106
Figura 78. Socavación lateral del río Pescado en el municipio de Valparaíso	107
Figura 79. Categorías del índice de precipitación estandarizada	108
Figura 80. Índice de precipitación estandarizado para el municipio de Valparaíso	109
Figura 81. Sequías reportadas en el municipio de Valparaíso.....	111
Figura 82. Mapa de tormentas eléctricas en Colombia.....	112
Figura 83. Mapa de amenaza por tormentas eléctricas en el municipio de Valparaíso.....	113
Figura 84. Mapa por amenaza sísmica en el municipio de Valparaíso.....	114
Figura 85. Vendavales registrados para el municipio de Valparaíso	115
Figura 86. Vendavales identificados por la comunidad para el municipio de Valparaíso ...	116
Figura 87. Áreas con condición de amenaza por inundaciones en el suelo urbano	118
Figura 88. Áreas con condición de riesgo por inundaciones en suelo rural.....	121
Figura 89. Áreas con condición de riesgo por inundaciones en el suelo urbano.....	122

Índice de tablas

Tabla 1. Antecedentes de las bases de datos oficiales	13
Tabla 2. Calificación según el tipo de fábrica.....	20
Tabla 3. Categorías de resistencia a la compresión simple de las rocas	20
Tabla 4. Propuesta de calificación de las rocas dependiendo de su fábrica y estructura.....	21
Tabla 5. Susceptibilidad de la roca y depósitos geológicos por fábrica estructura y resistencia	21
Tabla 6. Susceptibilidad de la pendiente a movimientos en masa	23
Tabla 7. Valores de calificación Susceptibilidad de la rugosidad.....	23
Tabla 8. Clasificación de la susceptibilidad del atributo Acuenca.....	24
Tabla 9. Susceptibilidad a movimientos en masa por morfometría y morfogénesis	24
Tabla 10. Calificación de las unidades de suelo encontradas en el área de estudio.....	27
Tabla 11. Calificación de atributos según la contribución a la estabilidad	28
Tabla 12. Relación de las áreas por categoría de amenaza por movimientos en masa	38
Tabla 13. Tipo inundaciones con sus posibles efectos.....	40
Tabla 14. Geoformas susceptibles a inundaciones presentes en el municipio de Valparaíso	48
Tabla 15. Imágenes interpretadas.	52
Tabla 16. Matriz de decisión para la zonificación final de amenaza por inundaciones.....	61
Tabla 17. Relación de las áreas por categoría de amenaza.....	64
Tabla 18. Eventos históricos por inundaciones en el casco urbano	69
Tabla 19. Imágenes interpretadas.	70
Tabla 20. Valores de precipitación máxima a diferentes periodos de retorno	75
Tabla 21. Formas del terreno susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Valparaíso y sus centros poblados	77
Tabla 22. Relación de las áreas por categoría de amenaza.....	84
Tabla 23. Categorización por centro poblado de la amenaza por inundaciones	87
Tabla 24. Susceptibilidad de la geoformas presentes en el municipio de Valparaiso	91
Tabla 25. Criterios para la categorización de la amenaza por avenidas torrenciales.....	92
Tabla 26. Relación porcentual de la categorización de la amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Valparaiso	93
Tabla 27. Sequias reportadas para el municipio de Valparaíso.....	110
Tabla 28 Tormentas eléctricas en el municipio de Valparaíso.....	112
Tabla 29. Eventos de sismos en el municipio de Valparaíso.....	114
Tabla 30. Condición de amenaza por tipo de suelo.....	117
Tabla 31. Áreas en condición de amenaza por centro poblado.....	119
Tabla 32. Condición de riesgo por tipo de suelo.....	119
Tabla 33. Áreas en condición de riesgo por inundaciones	122
Tabla 34. Procesos y técnicas constructivas de estabilización.....	124

INCORPORACION DE LA GESTION DEL RIESGO EN EL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE VALPARAISO

El presente capítulo se centra en la identificación y evaluación de las diferentes amenazas que afectan el área enmarcada en la jurisdicción del municipio de Valparaíso. Esto con el propósito de establecer y delimitar áreas con condición de amenaza y riesgo por cada uno de los fenómenos amenazantes identificados en el municipio. Lo anterior es de suma importancia ya que permite formar a los habitantes, fortalecer la capacidad operativa del municipio y sus comunidades para prevenir, mitigar, responder, y recuperarse ante cualquier evento de amenazante.

Los aspectos técnicos y las definiciones utilizadas en el presente documento fueron realizadas tomando como referencia el decreto 1807 de 2014, donde se establece la necesidad de realizar estudios básicos para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los esquemas de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes. En cumplimiento del mismo, se desarrolla lo dispuesto en el decreto, en el marco del ajuste del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Valparaíso, mediante la identificación, caracterización, delimitación y zonificación de las amenazas. Dicho procedimiento se lleva a cabo para las diferentes zonas de suelo urbano y suelo rural que requieren realizar estudios básicos por encontrarse en áreas de amenaza alta y media.

Además de los lineamientos técnicos del decreto 1807 de 2014, fueron contemplados otros instrumentos de planificación emitidos por entes regionales que operan en el Municipio. Tal es el caso de las directrices señaladas en la *Zonificación Ambiental Participativa y Propuesta de Usos Sostenibles para los municipios de Albania, Curillo y Valparaíso*, formulado por la GIZ en 2019.

En el presente documento se detalla, entre otras cosas, la metodología propuesta para la determinación de la zonificación de amenaza y riesgo ante eventos de movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales. Adicionalmente el reconocimiento de otros fenómenos amenazantes tales como incendios forestales, socavación lateral y. Sismicidad.

ALCANCES

El presente documento, se ajusta a los lineamientos técnicos del decreto 1807 de 2014, donde se establecen los alcances del componente de gestión del riesgo dentro de los planes de ordenamiento territorial. De igual forma se tiene en cuenta los documentos técnicos vigentes para el área de estudio.

Mediante la validación e integración de los insumos generales y temáticos que inciden dentro de cada una de las amenazas, se realiza la zonificación de las amenazas naturales tales como: movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones, vendavales, incendios forestales entre otros.

Para la determinación de las condiciones de amenaza a escala rural se utilizan análisis heurísticos. Para suelo urbano se utilizan métodos determinísticos cuando los insumos y la escala de trabajo lo permita. Se categorizan las zonas de amenazas en baja, media y alta, en atención a la necesidad de identificar las áreas que requieren intervención correctiva del riesgo existente.

1 GENERALIDADES

1.1 Marco de referencia

La Ley 388 de 1997, en su artículo décimo, establece como determinante de superior jerarquía que los municipios y distritos deben tener en cuenta en la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, la determinación de las áreas relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos naturales, así como las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos y las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos. De tal forma que la adopción de políticas de gestión del riesgo se constituye indispensable para asegurar un desarrollo sostenible



en temas de seguridad territorial, mejorar la calidad de vida, protección del medio ambiente y comunidades en riesgo. Posterior a la Ley 388, con el Decreto Ley 19 de 2012, se requiere oficialmente la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza.

La ley 1523 de 2012, en su artículo 1, señala que la gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Lo anterior fortalece jurídicamente a los municipios colombianos en el lineamiento de realizar estudios de riesgos naturales como parte esencial para aterrizar las políticas encaminadas a la Planificación del desarrollo seguro y a la gestión ambiental territorial sostenible.

Con el fin de establecer criterios unificados, el estado colombiano genera el decreto 1807 de 2014 y el 1077 de 2015, que orientan a las administraciones municipales sobre la incorporación de la Gestión del Riesgo (GR) en los procesos de ordenamiento territorial y las consideraciones a tener en cuenta en la realización de estudios básicos y detallados para procesos de remoción en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Finalmente, con este decreto, se genera una propuesta normativa que oriente a las administraciones municipales en aspectos como el establecer los usos y restricciones y las medidas de intervención, que deberán articularse para el desarrollo del suelo urbano y rural.

Con el presente documento técnico definido como estudio básico de gestión del riesgo del municipio, se presenta la identificación, caracterización y zonificación de los procesos amenazantes con afectación en rural y urbano; y acorde al decreto en mención, se definen las áreas con condición de amenaza o con condición del riesgo, según sea el caso.

1.1.1 *Marco conceptual*

El análisis y evaluación del riesgo es la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que las mismas puedan ocurrir. Según la Ley 1523 de 2012 en su artículo 4, numeral 4 se define análisis y evaluación del riesgo como: “el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación”. A continuación, se conceptualizan términos involucrados dentro de la gestión del riesgo:

1.1.1.1 *Gestión del riesgo:*

De acuerdo con el artículo 4, numeral 11 de la Ley 1523 de 2012, “es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entendiéndose: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”.

1.1.1.2 *Evento:*

Cualquier acontecimiento que probablemente pueda ocurrir en una posición y momento determinados, que lo definen como un punto en el espacio-tiempo y que representa a la fuente en términos de las respectivas características, dimensiones y localización geográfica (Portilla, 2012).

1.1.1.3 *Inundaciones*

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos resultado de la dinámica de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas ocasionando un aumento progresivo del nivel de las aguas que sobrepasa la capacidad de retención del suelo y supera la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas. Las inundaciones lentas, que es el enfoque que se realizará en este estudio, son las que ocurren en las zonas planas de los ríos y con valles aluviales extensos, los incrementos de nivel



diario son de apenas del orden de centímetros, reportando afectaciones de grandes extensiones, pero usualmente pocas pérdidas de vidas humanas, el tiempo de afectación puede fácilmente llegar a ser del orden de meses (Modificado de (IDEAM, 2016).

1.1.1.4 Inventario

Es una base de datos que contiene información de los eventos históricos en un área determinada, básicamente corresponde a registros identificados combinados con información de su descripción como resultado de la ocurrencia de un evento y se utiliza como insumo de información básica para el análisis de la susceptibilidad junto con los factores condicionantes y extrínsecos o detonantes de los eventos amenazantes identificados. Dentro de las limitaciones que presenta la elaboración de un inventario se encuentra el determinar si este es confiable, suficiente y completo (Turcotte & Malamud, 2000) (Guzzetti, Reichenbach, Cardinali, & Galli, 2005), ya que se encuentra sujeto a la calidad y cantidad de información que se recopile y se interprete durante el proceso de elaboración de este. En consecuencia, un inventario incompleto o poco confiable puede dar como resultado una evaluación errónea de la susceptibilidad, la amenaza o el riesgo.

1.1.1.5 Factores condicionantes

Cualquier acontecimiento, circunstancia, suceso o situación previa que predispone o prepara las condiciones de la fuente ante la materialización de un evento. La caracterización de estos factores, así como la identificación de sus interacciones, permite la incorporación en la zonificación de la susceptibilidad y de esta manera en la evaluación de la respectiva amenaza para un área determinada (Glade & Crozier, 2005).

1.1.1.6 Factores detonantes

También llamados desencadenantes y corresponden a cualquier acontecimiento, circunstancia, suceso o caso posible que genere una perturbación de la fuente y conlleve a la materialización de un evento (Portilla, 2012).

1.1.1.7 Amenaza:

Probabilidad de ocurrencia de un evento, o de la materialización de una fuente, en un sitio específico durante un periodo de tiempo determinado (Portilla, 2012). Una evaluación de una amenaza incluye un estudio previo de la susceptibilidad y de la posibilidad de que ocurra un evento detonante que materialice la fuente.

1.1.1.8 Movimientos en masa

Equivale a definiciones como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, deslizamientos o fallas de taludes y laderas. La terminología y clasificación de movimientos en masa para este documento es conforme a la Guía para la evaluación de amenazas por movimientos en masa propuesta por el Proyecto Multinacional Andino (PMA), adoptada por Colombia (PMA: GCA, 2007), en la que movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Ávila, y otros, 2015).

1.1.1.9 Avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales son crecientes súbitos que por las condiciones geomorfológicas de la cuenca están compuestas por un flujo de agua con alto contenido de materiales de arrastre, con un gran potencial destructivo debido a su alta velocidad. Son uno de los tipos más comunes de amenazas y son extremadamente peligrosas debido a su naturaleza rápida. Sus características son: corta duración, pequeña extensión de área de influencia, alto caudal pico y flujo rápido generalmente causantes de daños importantes a la propiedad. Ocurren a causa de tormentas de alta intensidad, en áreas de altas pendientes en las cuencas y cobertura vegetal pobre y se ven afectadas de manera importante cuando el índice de infiltración se reduce por tormentas previas. Se pueden subdividir de acuerdo con el material de arrastre de la corriente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

1.1.1.10 Incendios forestales

Fenómeno que se presenta cuando el fuego consume de forma incontrolada la cobertura vegetal (siendo esta el material combustible dentro del proceso de propagación y duración del fuego), cuya quema no estaba prevista (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2011).

1.1.1.11 Riesgos

Medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, salud, propiedad o el ambiente. Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio natural, o antrópico no intencional, en un periodo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. Según la manera como se defina el elemento en riesgo, el riesgo puede medirse según la pérdida económica esperada, según el número de vidas perdidas o según la extensión del daño físico a la propiedad.

2 EVENTOS HISTÓRICOS

La recopilación de información se abordó a partir de los datos obtenidos de información social-talleres e información secundaria (eventos históricos e información especializada emitida por diversas fuentes nacionales, territoriales y locales).

Figura 1. Proceso de recopilación de información historia de eventos



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

2.1 Información secundaria

Para la identificación de antecedentes y eventos históricos representados en la Tabla 1, se llevó a cabo una consulta, recopilación, análisis y se organización de la información de acuerdo con los diferentes fenómenos ocurridos, esta se estructuro según su fecha, tipo de evento, fuente y localización geográfica. Esta información se obtuvo de diversas fuentes, tanto nacionales, territoriales y locales, las cuales contaron con bases de datos de los eventos históricos amenazantes, entre estas fuentes se encontraron reportadas la NASA, IDEAM, Servicio Geológico Colombiano, Desinventar, y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. El proceso de recopilación de información secundaria es considerado de gran importancia ya que de acuerdo con los fenómenos identificados se pueden calibrar y validar las zonas de amenaza obtenidas para el área de estudio.

La información recopilada fue organizada de acuerdo con el tipo de evento registrado, su fecha, localización geográfica, y fuente de consulta, esta información sirve como insumo para la validación del resultado de la zonificación de amenazas (Ver Tabla 1 Anexo)

Tabla 1. Antecedentes de las bases de datos oficiales

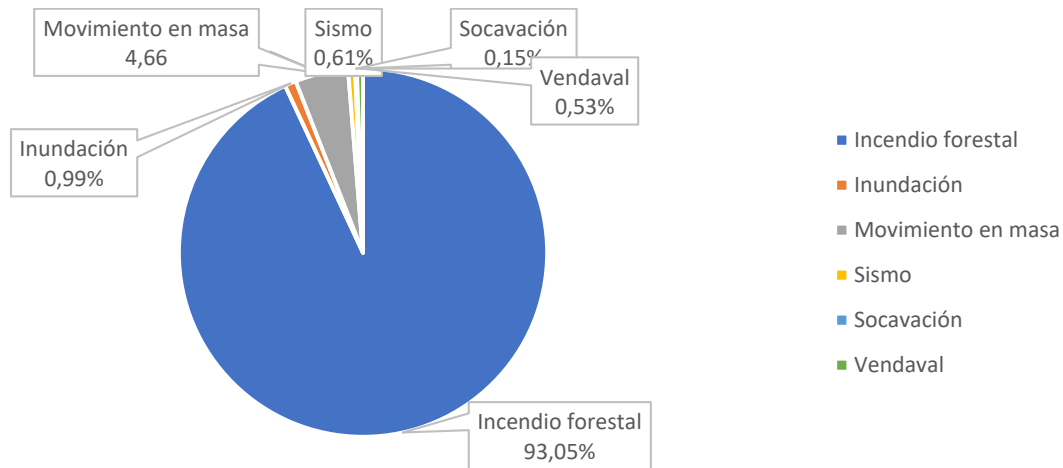
Amenaza/Fuente	Numero
Incendio Forestal	1219
NASA	232
SINCHI	985
Inundación	13
IDEAM-IGAC	3
DesInventar	2
Editorial Amazónico	1
PMGRD Valparaíso	1
UNGRD	5
UNGRD y Periódico el Tiempo	1
Movimientos en masa	61
Corporación geoambiental Terrae	60
Diario La Nación	1
Sismo	8
SGC	8
Vendaval	7
DesInventar	4
UNGRD	2
UNGRD y Periódico el Tiempo	1
Socavación	8
Desinventar	6
Corporación geoambiental Terrae	2

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Para el municipio de Valparaíso se presentan distintos tipos de amenaza de eventos registrados, la amenaza con mayor cantidad de eventos registrados es por incendios forestales, con 1219 reportes que representan el 93,05% del total de los datos, seguida por la amenaza por movimientos en masa con 61 eventos registrados correspondientes al 4,66%, posteriormente se encuentran las inundaciones con 13 eventos registrados que representan el 0,99%, continúan los sismos con 8 reportes correspondientes al 0,61%, luego vendavales con 7 casos reportados que corresponden al 0,53% , y finalmente 2 eventos de socavación .



Figura 2. Eventos históricos según el tipo de amenaza para el municipio de Valparaíso

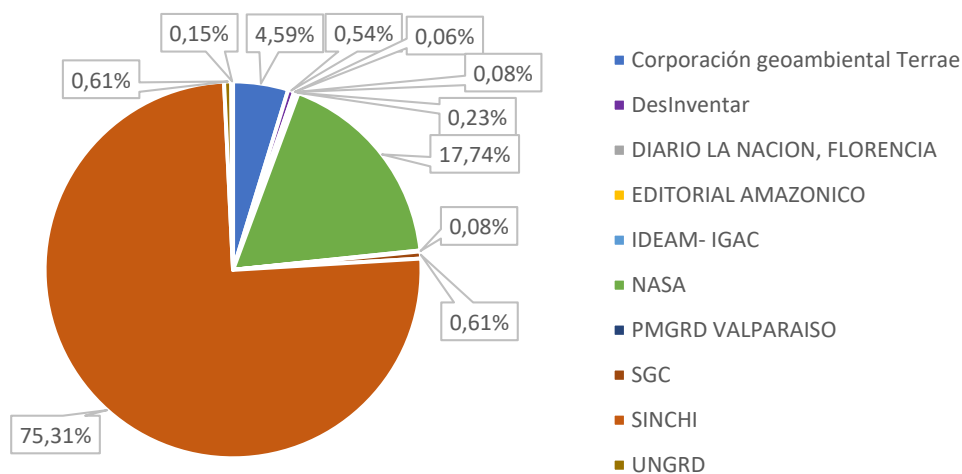


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

En total para el municipio de Valparaíso se tienen 1310 eventos históricos amenazantes reportados por fuentes secundarias, de los cuales 1300 se encuentran localizados geográficamente y 10 sin localización, en el caso de los eventos de incendios forestales se encuentran 1217 puntos localizados geográficamente y 2 que no se encuentran espacializados, fenómenos de inundación se presentan 10 puntos y 3 polígonos espacializados, movimientos en masa se presentan 61 puntos de los cuales 60 se encuentran georreferenciados y 1 punto sin georreferenciar, para sismos un total de 8 puntos espacializados, socavación 2 puntos espacializados y por último, vendavales presenta 7 eventos sin espacializar.

Estos eventos históricos fueron consultados de diez fuentes de información diferentes, 232 eventos de incendios forestales, reportados por la NASA y 985 reportados por el Instituto SINCHI, 60 registros de eventos morfodinámicos reportados por la corporación geoambiental Terrae, 8 sismos reportados por el Servicio Geológico Colombiano, 8 por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 7, reportes de Des Inventar, 3 reportes de huellas de inundación del IDEAM, 4 reportes en medios de comunicación escritos y por ultimo un reporte del Plan Municipal de Gestión del riesgo de desastres del municipio de Valparaíso. (Figura 3)

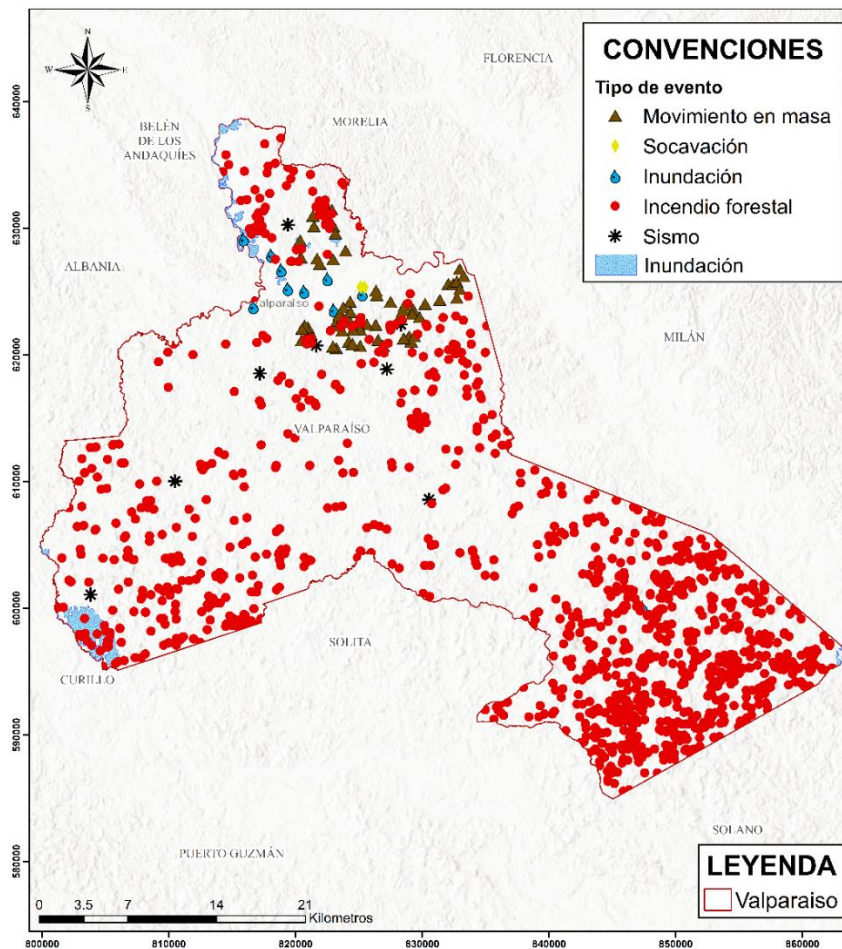
Figura 3. Relación de eventos históricos por fuente consultada



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

En el mapa de eventos históricos amenazantes registrados para el municipio (Figura 4) se muestra la distribución espacial de cada uno de estos, donde se evidencia que las inundaciones están asociadas hacia el sur con el río Caquetá y además con los tributarios de los ríos principales en la zona. El registro histórico y la recopilación de toda la información disponible son fundamentales ya que permiten tener una visión general de la amenaza y el riesgo para la zona, junto con una idea global del impacto que tienen los factores detonantes en la generación de los diferentes tipos de fenómenos.

Figura 4. Eventos históricos reportados por fuentes secundarias para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

2.2 Proceso de participación ciudadana

Ajuste del Esquema de Ordenamiento del Municipio de Valparaíso, se recolectó información específicamente relacionada al registro de eventos históricos que aportan al modelamiento y validación de la zonificación de las amenazas estudiadas.

Se realizaron cuatro espacios de participación con la comunidad (Figura 5) en la vereda Santiago de la Selva, en la cabecera municipal, en el centro poblado Kilómetro 18, y el centro poblado Playa Rica, donde se recopiló información sobre los fenómenos que afectan a su territorio, su temporalidad y afectaciones, todo esto permitió construir una cartografía social donde se identificaron zonas críticas.

Este levantamiento de eventos históricos se realizó a partir de la generación de capacidades en los temas relacionados a la gestión del riesgo, en donde se tuvo un proceso de formación de los participantes de los talleres en el manejo de cartografía e identificación de eventos apoyados por profesionales de la consultoría.

Figura 5. Espacios de participación en el municipio de Valparaíso

1 Centro de Integración Ciudadana de Valparaíso



Asistentes: líderes y comunidad de Villanueva, El Porvenir, San Pedro Bocana, La Yumal, La Lucitana, La Leona, Centro, El Topacio Bajo, Curbinata, Reforma, La Rico, Esmeralda, Liberia, Vaticano, Ángeles y Golondrinas

2 Escuela C.P Kilómetro 18



Asistentes: líderes y comunidad de Águila, El Vergel Bajo, Miravalle Alto, Miravalle Bajo, Las Nieves, Alto Vergel, Palestina, Santa Helena Alta, concejo municipal.

3 Centro poblado Playa Rica



Asistentes: líderes y comunidad de Playa Rica, Bello Horizonte, Primavera Alta, Primavera Baja, Macarena, Sábalo Alto, GIZ

4 Santiago de la Selva



Asistentes: líderes y comunidad de El Jardín, El Cedral, Los Cedros, Santiago de la Selva, Andalucía, Galilea, Santafe, Argentina, Argentina Baja, La Tigra, Miravalle Santropel.

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

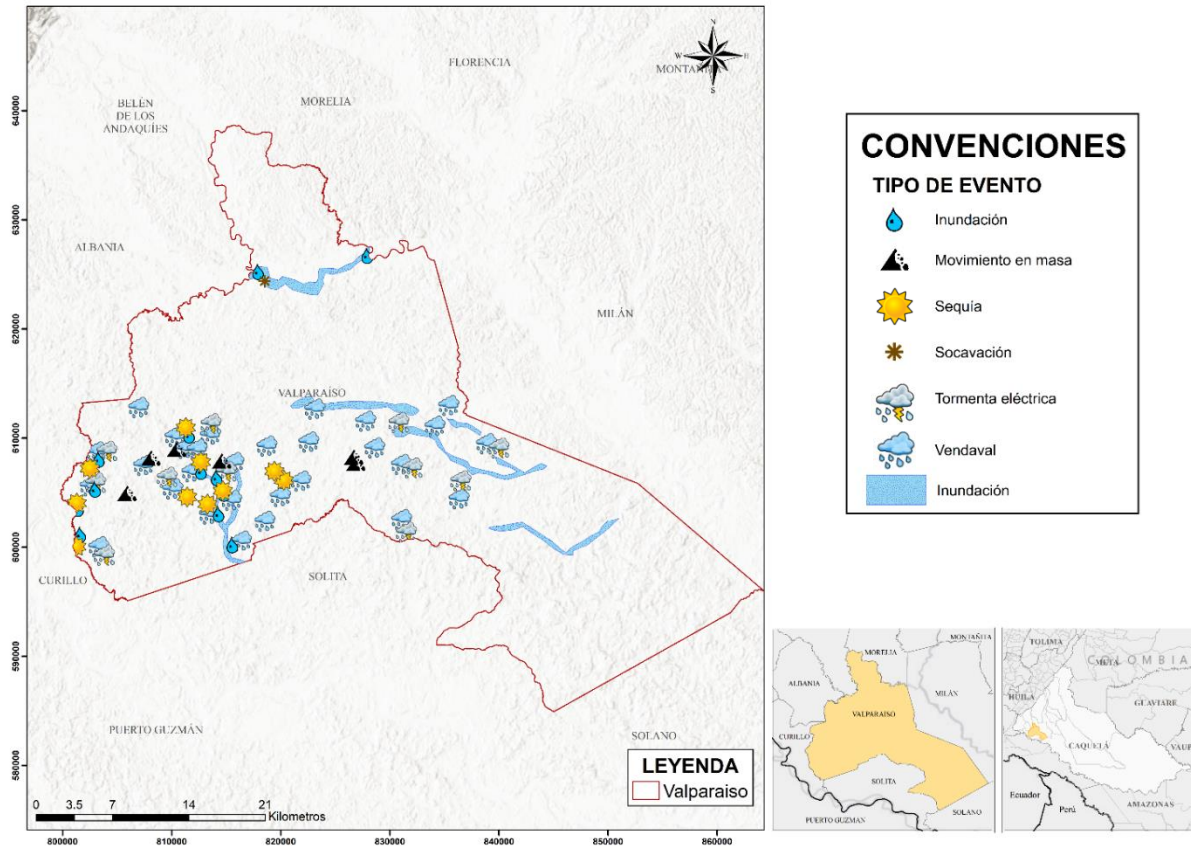
La comunidad de Valparaíso en los diferentes espacios de participación identificó 75 eventos, dentro de los cuales los eventos que más incidencia tienen en el municipio son los vendavales con 29 reportes, dejando daños en los techos de las viviendas y demás equipamientos, seguido de las inundaciones con 18 reportes, asociados al río Pescado, con principalmente en la cabecera municipal y en la vía que comunica con el municipio de Morelia, además de los eventos asociados al río Pescado se asocian eventos a la quebrada El Canelo y Agua Negra, generando afectaciones en vías veredales, cultivos y pastos ganaderos.

Además de los vendavales se registran otros dos fenómenos que son las sequías y tormentas eléctricas las cuales se presentan de manera anual en temporada seca y de temporada de lluvias respectivamente, generando afectaciones en viviendas, cultivos, semovientes y disponibilidad del recurso hídrico. Y, por último, en cuanto a movimientos en masa se tienen 6 reportes asociados a reptación, estos concentrados cerca a Santiago de la



Selva, y un punto de socavación crítico en la cabecera municipal el cual está afectando edificaciones como la Alcaldía municipal, y la comunidad pide que la intervención en este se de manera inmediata (Figura 6).

Figura 6. Espacialización de eventos reportados por la comunidad del municipio de Valparaíso.



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Toda la información reportada por la comunidad fue validada a partir de recorridos de campo en la zona para su articulación con la zonificación de la amenaza de cada fenómeno presentado en los siguientes capítulos.

3 DELIMITACIÓN DE Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE AMENAZA

Los criterios para la determinación de los escenarios de amenaza en el área dependen directamente del desarrollo e incidencia de la susceptibilidad a los detonantes para cada amenaza; de esta forma, para poder hacer el análisis correspondiente, es necesario que cada uno de los fenómenos que afecta la zona estén correctamente identificados, localizados, inventariados y caracterizados.

Para realizar la zonificación de las amenazas, se utilizan diversos insumos como el registro histórico de los fenómenos ocurridos en el municipio, además de los procesos recientes identificados durante los recorridos de campo adelantados en zonas rurales del municipio de Valparaíso. Del mismo modo, se utilizaron como insumos generales, las fotografías satelitales del área de estudio, junto al respectivo modelo digital de elevaciones.

El principal producto del presente apartado es la cartografía de las amenazas para las zonas urbanas, suburbanas y rurales del municipio de Valparaíso, dichos mapas se convierten en un insumo de superior jerarquía dentro del ordenamiento territorial del municipio.

3.1 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en zona rural

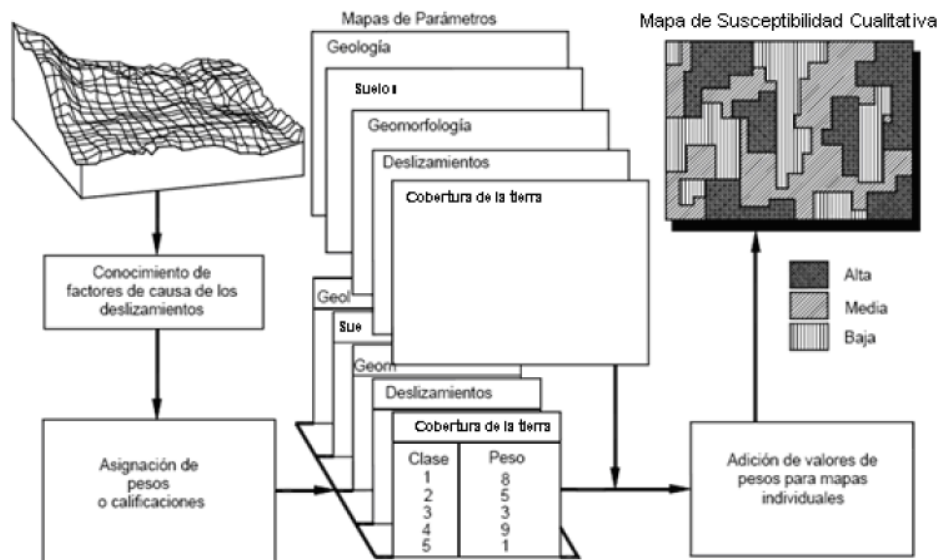
De acuerdo con lo establecido en el decreto 1807 de 2014, se deben adelantar estudios de delimitación y zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000 para la zona rural. A continuación, se presenta de manera detallada, la metodología usada y los productos obtenidos.

3.1.1 Descripción metodológica

La metodología empleada en la zonificación de la amenaza y la susceptibilidad a movimientos en masa parte de la propuesta metodológica del Servicio Geológico Colombiano (Antiguo INGEOMINAS) “Documento Metodológico De La Zonificación De Susceptibilidad Y Amenaza Relativa Por Movimientos En Masa” publicada en el año 2012. Dicha metodología fue ajustada y adaptada a la escala de trabajo y el área de estudio.

La metodología utilizada es categorizada como heurística, cuya base teórica es calificar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de éstos en la generación de movimientos en masa (Anbalagan, 1992). El método empleado es basado en una combinación de mapas de acuerdo a las características de los factores involucrados. (Lucini, 1973; Stevenson, 1977; Bosi, 1984, Ramírez, González, 1988).

Figura 7. Uso de SIG para el análisis heurístico de susceptibilidad por movimientos en masa

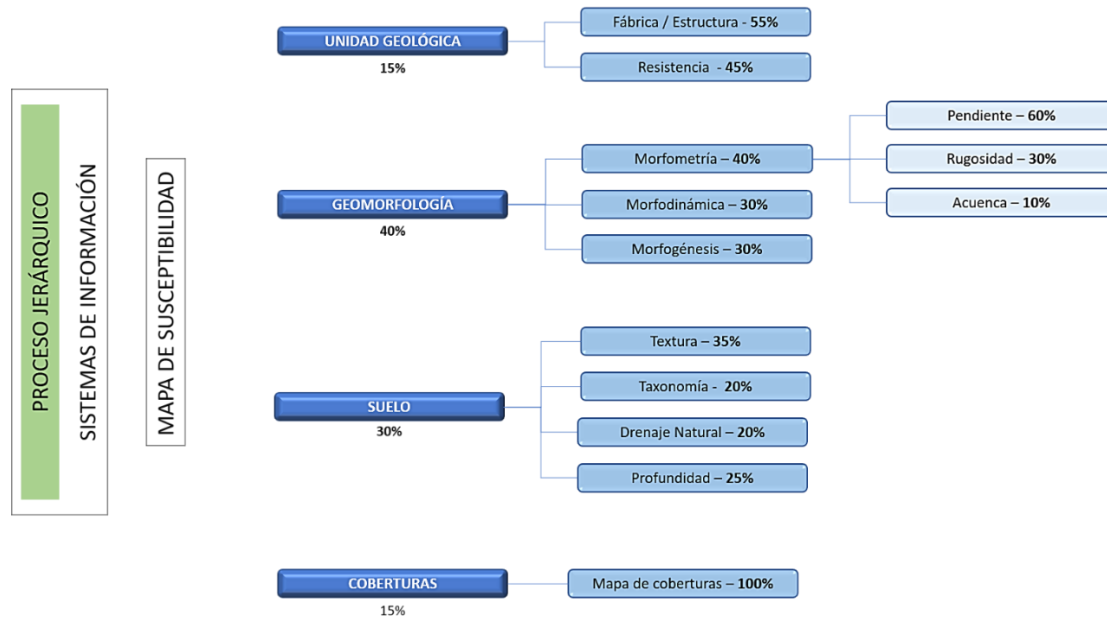


Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2012)

Una vez determinadas las características y definidos los pesos de cada criterio, se ejecuta el proceso metodológico donde los parámetros se combinan para establecer la susceptibilidad a movimientos en masa, la cual se generó para 3 rangos de clasificación (alta, media y baja), esto de acuerdo a los requerimientos expuestos según el decreto 1807 del 2014.



Figura 8. Descripción metodológica de la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa



Fuente: modificado de SGC. 2012

Una vez obtenido el mapa de susceptibilidad total por movimientos en masa, con base en el diagrama de jerarquía expuesto en la Figura 8 se procede a hacer un análisis de los detonantes de la amenaza: clima y sismo; para el análisis del factor climático se analizan las características climatológicas existentes en el área de estudio, particularmente precipitación y temperatura y respecto a los sismos se estudia la información asociada a la aceleración sísmica. Una vez examinados los detonantes y sustentado en ello se plantea la zonificación de la amenaza por movimientos en masa.

3.1.1.1 Insumos generales

3.1.1.1.1 Modelo digital de elevación (DEM)

El modelo de elevación digital es un insumo de gran importancia, pues del procesamiento de este se obtendrán diferentes parámetros morfométricos y geométricos. Para el caso de estudio se utiliza en modelo de elevación con resolución mínima de pixel de 12,5 metros.

3.1.1.1.2 Sensores remotos

Para el caso de estudio se utilizó la Imagen satelital tomada con el satélite Sentinel-2b, captada en enero del 2020, compuesta por 4 bandas multispectrales con resolución espacial de 10 m.

3.1.1.2 Insumos temáticos

3.1.1.2.1 Geología

La caracterización geológica se realiza a partir de los insumos básicos expuestos anteriormente, partiendo de la cartografía oficial del servicio Geológico Colombiano que comprende las planchas 451, 452, 432 y 433 a escala 1:100.000. Esto complementado con el control litológico realizado en campo como se expone en el capítulo de geología.

La caracterización geológica con fines de aplicación en los estudios de ingeniería debe contemplar los elementos básicos de las propiedades y características de los materiales rocosos. Para esto se recomienda describir y clasificar las rocas de acuerdo con las clasificaciones propuestas por la Comisión de Cartografía de la *International Association of Engineering Geology* (IAEG) en 1981.

3.1.1.2.1.1 Fábrica estructura

La fábrica tiene gran influencia en el comportamiento de los suelos y rocas, en especial en lo referente a la anisotropía que genera debido a la orientación de las partículas, la cual así mismo gobierna anisotropía en



las propiedades geomecánicas, la clasificación de las rocas según su fábrica/estructura, puede servir para establecer diferencias de las rocas en cuanto a su resistencia y direccionalidad de las propiedades mecánicas. El tipo de fábrica se definió según lo parametrizado en la Tabla 2

Tabla 2. Calificación según el tipo de fábrica

Fábrica / Estructura	
Atributo	Propuesta de Calificación
N/A	0
Cristalina Masiva	1
Cristalinas Bandeadas	2
Clásticas Cementadas	3
Clásticas Consolidadas	4
Cristalina Foliada y Rocas de Falla	5

Fuente: SGC, 2012

3.1.1.2.1.2 Resistencia

La resistencia evalúa ciertas propiedades de la roca tales como la respuesta mecánica ante la compresión, la evaluación de la resistencia se hace a partir de la consulta de datos de laboratorio ejecutados a rocas similares a las aflorantes en el área de estudio, los cuales tienen como objetivo caracterizar la resistencia de los materiales a los agentes de deterioro. Esto último gobierna la vida útil del material, Los rangos de referencia que se adoptan en este estudio corresponden a los valores propuestos por Hoke 1996 y se basan en información documentada y datos de resistencia a nivel nacional e internacional (Tabla 3). De acuerdo con las clasificaciones establecidas, en la Tabla 4 se propone la categorización de cada una de ellas para la determinación de la susceptibilidad a movimientos en masa.

Tabla 3. Categorías de resistencia a la compresión simple de las rocas

Grado*	Termino	Fuerza uniaxial compresiva (mpa)	Punto índice de carga (mpa)	Campo estimado de fuerza	Ejemplos
R6	Extremadamente dura	>250	>10	La muestra puede ser fragmentada con martillo geológico	Basalto fresco, Chert, Diabasa, Gneiss, Granito, Cuarzita.
R5	Muy dura	100 -250	4 – 10	La muestra requiere de muchos golpes de un martillo geológico para fracturarse.	Anfibolita, Arenita, Basalto, Gabro, Gneiss, Granodiorita, Caliza, Mármol, Riolita y Toba.
R4	dura	50 – 100	2 – 4	La muestra requiere más de un golpe con martillo geológico para fracturarse]	Caliza, Mármol, Filita, Arenita, Esquisto, Shale
R3	Moderadamente dura	25 – 50	1 – 2	No puede ser rayada o pelada con una navaja, la muestra puede ser fracturada con un único golpe de un martillo geológico	Arcillolita, Carbón, Concreto, Esquisto, Shale, Limolita
R2	Blanda	5 – 25	**	Puede ser pelada por una navaja con	Creta, Halita.



Grado*	Termino	Fuerza uniaxial compresiva (mpa)	Punto índice de carga (mpa)	Campo estimado de fuerza	Ejemplos
				dificultad, con abolladuras someras, producidas por un golpe firme con martillo geológico.	
R1	Muy blanda	1 – 5	**	Se deshace por golpes firmes, la punta del martillo geológico. Puede ser rayada fácilmente por una navaja.	Roca alterada o altamente alterada.
R0	Extremadamente blanda	0,25 – 1	**	Rayado por una uña.	Milonita

*Grado de acuerdo con Brown (1981)

** Punto de Carda testeado en rocas con fuerza de compresión uniaxial, por debajo de los 25 MPa, dan resultados muy ambiguos.

Fuente: Modificado de Hoke, 1996

Tabla 4. Propuesta de calificación de las rocas dependiendo de su fábrica y estructura

Grado	Termino	Propuesta de calificación
R6	Extremadamente dura	1
R5	Muy dura	1
R4	Dura	2
R3	Moderadamente dura	3
R2	Blanda	4
R1	Muy blanda	5
R0	Extremadamente blanda	5

Fuente: SGC, 2012

Como se muestra en la Tabla 5, las unidades que presentan una mayor susceptibilidad en el área son los depósitos aluviales, los cuales registran valores de baja resistencia y estructura muy débil o nula. Por el contrario, la unidad que presenta menor susceptibilidad es el Grupo Orito/Formación Caimán dado que su resistencia es mayor y presenta una estructura más rígida y organizada.

Tabla 5. Susceptibilidad de la roca y depósitos geológicos por fábrica estructura y resistencia

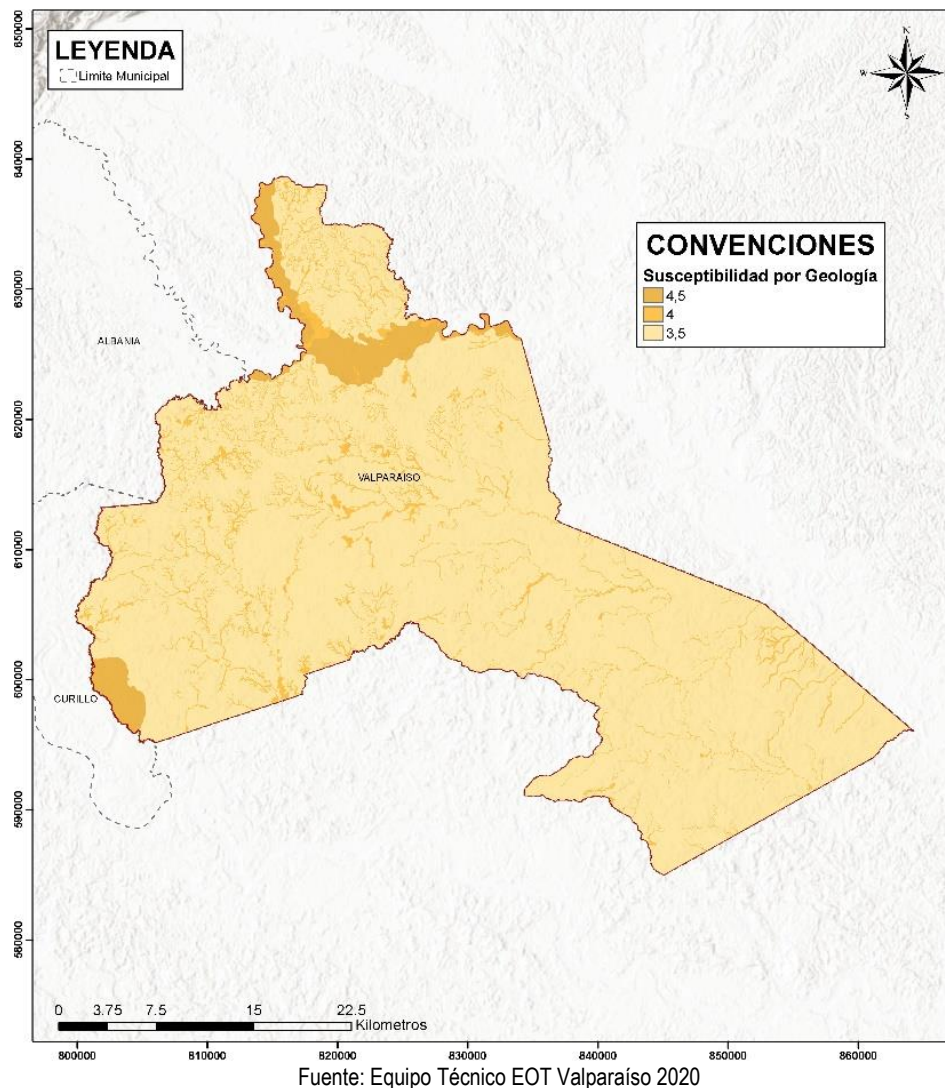
Unidad	Nomenclatura	Fábrica/estructura	Resistencia	Calificación total
Depósitos aluviales de barra de canal	Q2alb	4	5	4.5
Depósitos aluviales de llanura de inundación	Q2al	4	5	4.5
Depósitos aluviales recientes	Qal	4	4	4
Depósitos de cauce aluvial	Qcal	4	5	4.5
Grupo Orito/Formación Caimán	N1n3or/Q1c	3	4	3.5

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (Figura 9) muestra que las rocas que tiene mayor susceptibilidad frente a la ocurrencia de deslizamientos son los depósitos recientes que obedecen a la génesis fluvial relacionada con los principales drenajes como el río Pescado. Por otro lado, los cuerpos denudacionales como los depósitos de lomeríos disectados corresponden a las unidades con mayor susceptibilidad a movimientos en masa dentro del municipio de Valparaíso.

Figura 9. Susceptibilidad a movimientos en masa por geología para el municipio de Valparaíso



3.1.1.2.2 Geomorfología

La caracterización geomorfológica se realiza a partir de los insumos básicos, partiendo de la cartografía oficial del servicio Geológico Colombiano que comprende las planchas 451, 452, 432 y 433 a escala 1:100.000. Esto complementado con el control geomorfológico y paisajístico realizado en campo como se expone en el capítulo de geomorfología.

La caracterización del componente geomorfológico se evalúa a partir de 3 principales criterios, los cuales comprenden la morfometría, la morfogénesis y la morfodinámica, que se describen a continuación:



3.1.1.2.2.1 Morfometría

Trata de aspectos cuantitativos en términos de pendientes, Rugosidad y Acuencia. También se incluye la comparación según la relación geométrica entre las diferentes posiciones espaciales. Para las variables de morfometría se empleó el modelo digital de elevaciones (DEM), el cual sirvió como insumo para la elaboración y análisis de los parámetros morfométricos.

3.1.1.2.2.2 Mapa de pendientes

La pendiente se define como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal. Para el caso de estudio su valor se expresa en grados de 0° a 90°, se relaciona con los movimientos en masa de manera que; a mayor el grado de pendiente aumenta la susceptibilidad a los movimientos en masa. La Tabla 6 muestra la calificación asignada a los rangos en grados de pendientes encontrados en el área

Tabla 6. Susceptibilidad de la pendiente a movimientos en masa

Rango de pendiente (°)	Descripción	Calificación según susceptibilidad a movimientos en masa
0 - 7	Plana a suavemente inclinada	1
7 – 11	Inclinada	2
11 – 19	Muy inclinada	3
19 – 40	Abrupta	4
>40	Escarpada	5

Fuente: Modificado de SGC, 2012

3.1.1.2.2.3 Mapa de rugosidad.

La rugosidad del terreno se define como la variación de la pendiente en un área y representa la desviación del vector normal a la superficie en cada celda. El valor 1 (ver Tabla 7) corresponde a rugosidad nula y los valores se hacen menores al aumentar la dispersión de los vectores (alta rugosidad). Se relaciona con los movimientos en masa de manera que las laderas de rugosidad alta son más propensas a presentar movimientos en masa debido a que los cambios sucesivos de pendientes favorecen una mayor infiltración del agua en el terreno y, por ende, aumenta la inestabilidad de este. Este cálculo se realiza, a partir del DEM, mediante sistemas de información geográfica.

Tabla 7. Valores de calificación Susceptibilidad de la rugosidad

Rango de rugosidad	Descripción	Calificación según susceptibilidad a movimientos en masa
<0,985	Rugosidad Muy baja o Nula	1
0,985 – 0,99	Rugosidad Baja	2
0,99 – 0,995	Rugosidad Media	3
0,995 – 0,9975	Rugosidad Alta	4
>0,9975	Rugosidad Muy Alta	5

Fuente: Modificado de SGC, 2012

3.1.1.2.2.4 Mapa de Acuencia

El atributo ACUENCA corresponde a la superficie de la cuenca aguas arriba de la celda cuya sumatoria de la superficie vierten a una celda determinada (cuenca acumulada). La variable se deriva del Modelo Digital de Elevación MDE y se expresa en m². Si bien es una variable cuantitativa, los valores de superficie son múltiplo del área de una celda, no tratándose de una variable continua. Los valores más altos de ACUENCA corresponden a aquellas celdas con gran flujo de agua, en este caso quebradas y ríos), sin embargo, la calificación mayor de



susceptibilidad se les asignó a aquellos valores intermedios (Tabla 8), los cuales corresponden a las celdas interpretadas como de flujo acumulado, es decir aquellas zonas que no favorecen el drenaje permanente.

Ecuación 1. Calculo Acuencia

$$Acuencia = Flujo Acumulado * Tamaño de la celda$$

Tabla 8. Clasificación de la susceptibilidad del atributo Acuencia

Rango de Acuencia	Descripción	Calificación susceptibilidad a movimientos en masa
0	Divisoria de Aguas o Lomos	1
0 - 3500	Escorrentía Lenta	2
3500 - 40000	Flujo Acumulado	5
40000 - 1000000	Drenaje no permanente	3
>1000000	Quebradas, Ríos	1

Fuente: Modificado de SGC, 2012

3.1.1.2.2.5 Morfogénesis

Implica la definición del origen de las formas del terreno, es decir, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje. El origen del paisaje depende de los procesos endogenéticos y la modificación por parte de los agentes exogenéticos (agua, viento, hielo), que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempos geológicos, cada unidad y subunidad geomorfológica fue calificada de acuerdo a los parámetros anteriormente expuestos.

3.1.1.2.2.6 Morfodinámica

Trata de los procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro. Se refiere a la dinámica exógena relacionada con la actividad de los agentes como el viento, agua, hielo y la acción de la gravedad terrestre, que modifica las geoformas preexistentes. Los eventos naturales son específicos de cada ambiente morfogenético, afectan y modelan la superficie terrestre con diferentes grados de intensidad, imprimiéndole al terreno características propias de cada ambiente. A demás del origen del mecanismo, la calificación de la morfodinámica está sujeta a la recurrencia de procesos de movimientos en masa, estos fueron evaluados a partir del registro histórico de eventos de movimientos en masa obtenido de diversas fuentes, el análisis de las imágenes satelitales y finalmente el inventario de procesos observados en campo.

A partir de la espacialización y evaluación de dichos eventos se calificaron las unidades geomorfológicas de acuerdo con la presencia y densidad de procesos morfodinámicos, a partir de lo cual se le atribuyo un valor de susceptibilidad a cada unidad.

La Tabla 9 expone las calificaciones de las formas del terreno presenten es en la zona de estudio siguiendo los criterios de morfogénesis y morfodinámica, siendo las formas del terreno más susceptibles aquellas que presentan las mayores pendientes y su origen indique procesos denudacionales (por ejemplo, la forma de terreno cima de ladera de loma y colina) localizados a lo largo de la zona de estudio. Por otro lado, las unidades de origen aluvial y con bajas pendiente o nulas (como por ejemplo la forma de terreno Plano y talud de mesa) que se enmarcan a los cuerpos de agua y sus afluentes o aledaños, tienen calificaciones menores por susceptibilidad a sufrir fenómenos por movimientos en masa.

Tabla 9. Susceptibilidad a movimientos en masa por morfometría y morfogénesis

Forma del terreno	Nomenclatura	Morfodinámica	Morfogénesis	Calificación total
Albardón	Vpia	1	1	1
Bajo con herbazales	Ldbh	1	1	1
Bajos vegetados	Ldpbv	1	1	1

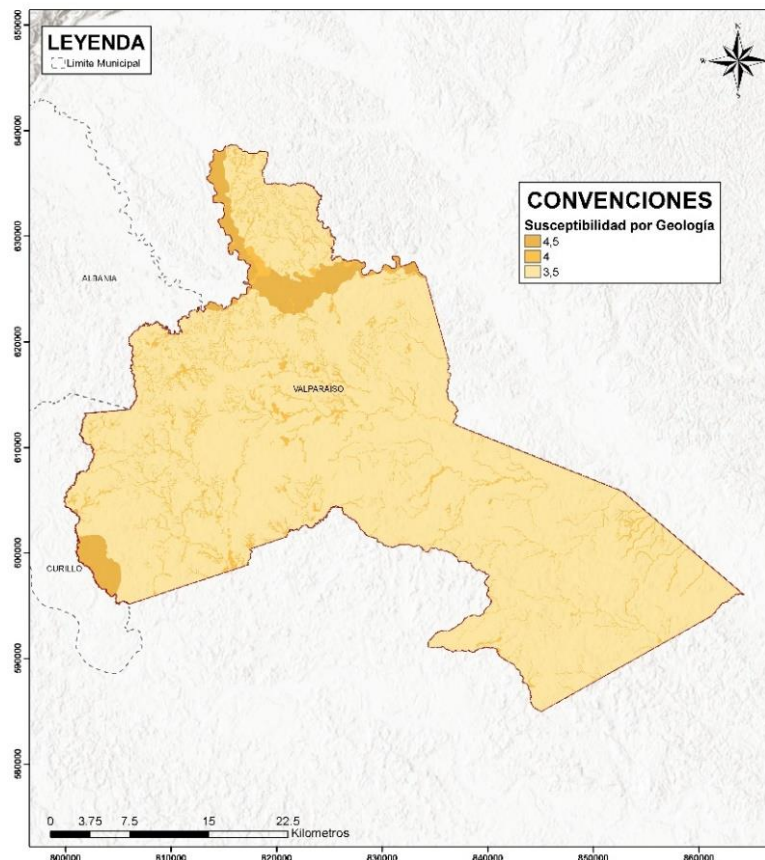


Barra de canal	Vpibc	1	1	1
Cauce aluvial	Vpica	1	1	1
Cima y ladera de lomas	Llcl	3	4	3.5
Complejo de orillares	Vpico	1	1	1
Cubeta de decantación	Vpicd	1	1	1
Meandro abandonado	Vpima	1	1	1
Napa de desborde	Vpind	1	1	1
Plano de inundación de vallecito	Lvpi	1	1	1
Plano y talud de terraza media	Vtptm	1	1	1
Sobrevega de cauce aluvial	Vpisl	1	1	1
Plano y talud de terraza alta	Vtpta	1	1	1
Cima y ladera de colinas	Lccl	3	3	3
Cima y ladera de loma y colina	Llcl	3	4	3.5
Vega de vallecito	Lvv	2	2	2

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

De acuerdo con las características anteriormente descritas y los criterios morfodinámicos y morfogenéticos identificados en el municipio de Valparaíso, se elaboró el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa por geomorfología (Figura 10). En este se observa que las zonas más susceptibles se relacionan principalmente a las periferias de los ríos Pescado y Fragua Chorroso; los valores medios se encuentran predominantemente en el resto del municipio (3,5). En las partes de baja pendiente del municipio no se relacionan eventos morfodinámicos, sumado a esto dichas zonas se consideran de ambientes principalmente deposicionales, razón por la cual los valores de susceptibilidad son medios en toda el área.

Figura 10. Susceptibilidad a movimientos en masa por geomorfología para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.1.1.2.3 Suelos

La evolución edafológica se relaciona con el desarrollo de ciertas propiedades del suelo, las cuales tendrán cierta respuesta ante el dinamismo y disposición de las coberturas vegetales, la interacción del clima y la intervención humana. Para inferir esa capacidad y respuesta, en esta ocasión, orientada a la posibilidad de deterioro y movimientos del suelo y estimar que tan susceptible o predispuesto esté a movimientos en masa, se requiere evaluar características propias de la condición natural de los suelos. La presente metodología define las variables: taxonomía, textura, profundidad y drenaje natural, con las que se evalúa su relación con la susceptibilidad a los movimientos en masa.

3.1.1.2.4 Textura.

La textura comprende la cantidad relativa de las diferentes partículas de suelo de tamaño menor de 2 mm de diámetro (arenas, limos y arcillas). La textura, se encuentra relacionada con la retención de humedad, aireación (difusión de gases), permeabilidad, intemperismo, volumen explorado por las raíces, manejo de suelos, fertilidad y nutrición mineral entre otras.

3.1.1.2.5 Taxonomía

La taxonomía de suelos corresponde a un sistema básico de clasificación para hacer e interpretar los levantamientos de suelos. Actualmente, la descripción taxonómica de suelos se basa en la clasificación y estructuración que hace la S.S.S. (Soil Survey Staff 1998). La clasificación taxonómica, permite realizar generalizaciones inductivas acerca de las características de las clases de suelos y establecer interrelaciones entre ellos.



3.1.1.2.6 Drenaje natural

La importancia del drenaje, natural radica en conocer la frecuencia y duración de los períodos húmedos bajo condiciones similares, a aquellas en las cuales se han desarrollado los suelos, o sea, en condiciones naturales. IDEAM, 2009. El drenaje interno contribuye a la estabilización de masas de tierra, ya que logra controlar el flujo de agua subterránea, al mismo tiempo que reduce las presiones de poros y se aumenta por tanto la resistencia al corte del material (Fajardo Puerta, 2005).

3.1.1.2.7 Profundidad

La profundidad de los suelos está definida por el espesor de los horizontes establecidos por los estudios generales y detallados y en todo caso se puede definir hasta donde se encuentra el contacto con el material parental o litológico y puede tenerse también como referencia la profundidad efectiva (hasta donde pueden penetrar las raíces de las plantas).

Como se evidencia en la Tabla 10, la mayoría de los suelos presentan un alto grado evolutivo (gran concentración de óxidos de fe y caolinita), texturas arcillosas y niveles freáticos y cambios en el tipo de cobertura, asignándole a estas calificaciones altas y que representan zonas susceptibles a que se generen fenómenos por movimientos en masa en el área de estudio.

Tabla 10. Calificación de las unidades de suelo encontradas en el área de estudio

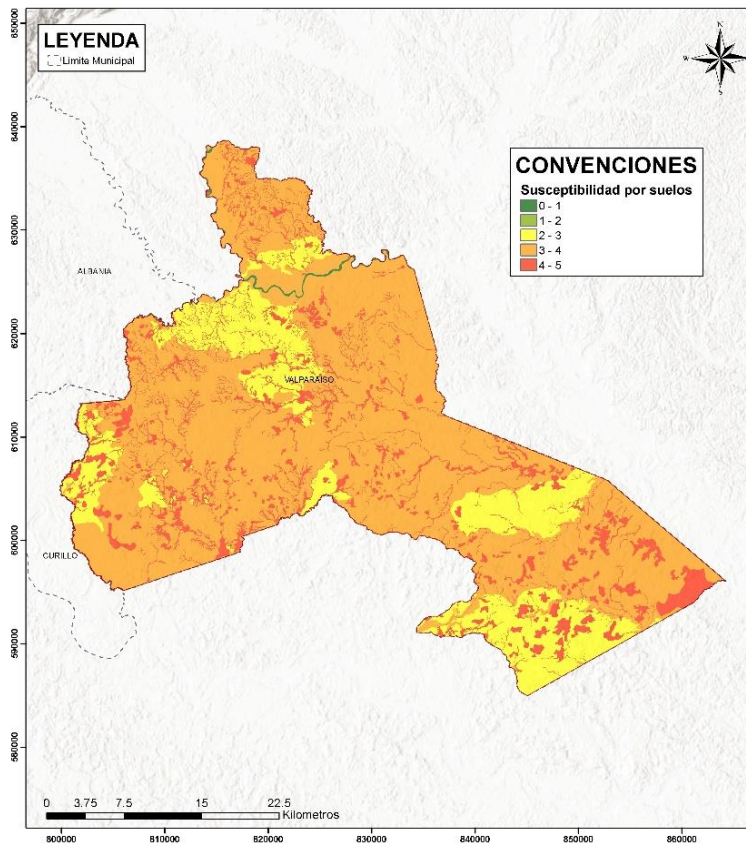
UCS	Textura	Taxonomía	Drenaje	Profundidad	Calificación total
Typic Udifluent, Aeríc Fluvaquent	3	5	2	3	3.2
Aeríc Endoaquent, Typic Humaquent, Hydric Haplofibrist	5	5	5	2	4.25
Typic Endoaquent, Hydric Haplofibrist, Typic Humaquent	5	5	5	1	4
No suelo	0	0	0	0	0
No suelo	0	0	0	0	0
Typic Kandiuult, Typic Hapludox, Aeríc Haplaquox	4	1	1	5	3.05
Oxyaquic Dystrudept, Typic Udifluent	5	5	4	1	3.8
Typic Endoaquent	4	5	4	1	3.45
Typic Epiaquent	5	5	4	1	3.8
Typic Epiaquent, Oxyaquic Udifluent	5	5	4	1	3.8
Typic Udifluent	4	5	2	1	3.05
Oxyaquic Dystrudept, Typic Humaquent	4	5	5	1	3.65
Oxíc Dystrudept	5	5	2	3	3.9
Aeríc Endoaquent, Typic Endoaquent, Typic Udifluent, Aquic Dystrudept	5	5	5	2	4.25
Oxíc Dystrudept, Typic Paleudult	5	5	2	3	3.9
Aquic Udifluent	4	5	4	3	3.95
Oxyaquic Udifluent	4	5	4	1	3.45
Typic kandiuult, Typic Paleudult, Typic Hapludox, Oxíc Dystrudept	2	1	1	5	3.9
Typic kandiuult, Typic Paleudult, Typic Hapludox, Oxíc Dystrudept	2	1	1	5	2.351

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



Como paso final de la de definición de susceptibilidad por suelos, se integran los criterios internos de suelos, obteniendo la Figura 11. Se puede observar que la mayor parte del municipio tiene categoría alta, con segmentos focalizados con categoría media.

Figura 11. Susceptibilidad a movimientos en masa por suelos para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.1.1.2.8 Coberturas De La Tierra

La cobertura de la tierra es un resultado de la interacción de la dinámica natural geológica, geomorfológica, los suelos, el clima y sistemas de comunidades bióticas, interrumpida por el hombre para su supervivencia y desarrollo. Dicha interrupción genera o contribuye a la aparición de diferentes procesos como afectación en la evolución de las especies, deterioro de ecosistemas, cambios en el patrón de ciclos hidrológicos, cambios en las formas del relieve (en gran número de casos en forma negativa produciendo movimientos en masa, flujos, avalanchas y erosión).

La calificación se realizó de acuerdo con el tipo de cobertura establecido según la metodología Corine Land Cover en el tercer nivel, la cual se evaluó según la propuesta de calificación del Servicio Geológico Colombiano (Tabla 11). Se puede observar las zonas de mayor calificación corresponden a aquellas áreas desprovistas de cobertura vegetal relacionadas con zonas y tierras desnudas, tal como se observa en la Figura 12.

Tabla 11. Calificación de atributos según la contribución a la estabilidad

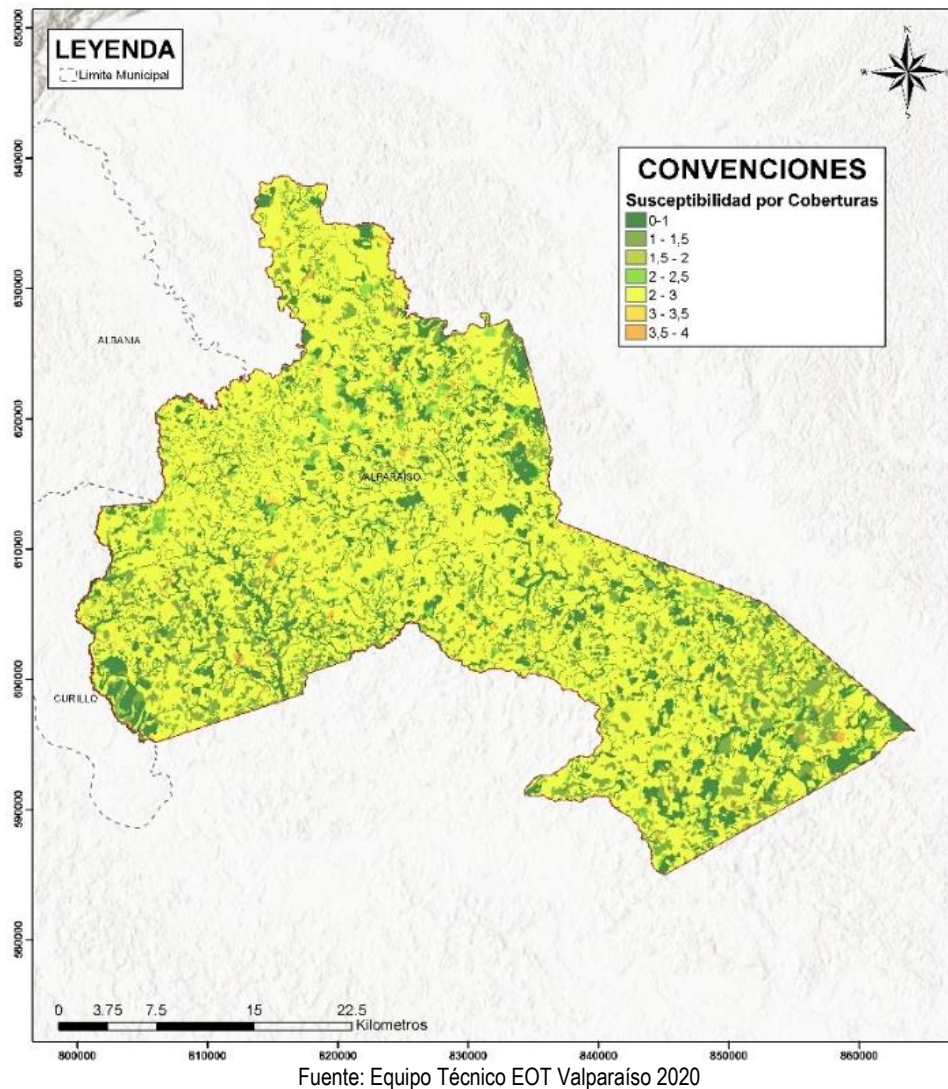
Cobertura natural	Calificación total
Bosque de galería	0.9



Cobertura natural	Calificación total
Bosque denso alto de tierra firme	0.9
Bosque denso alto inundable	0.9
Bosque denso bajo de tierra firme	0.9
Bosque denso bajo inundable	0.9
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	1.4
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1.5
Canales	3
Caña	3
Cuerpos de agua artificiales	3
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	3
Mosaico de cultivos	2.9
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.9
Mosaico de pastos con espacios naturales	2.9
Mosaico de pastos y cultivos	2.9
Palmares	1.9
Pastos arbolados	3
Pastos enmalezados	3
Pastos limpios	3
Plantación de latifoliadas	1.9
Red vial y territorios asociados	3.5
Ríos	3
Tejido urbano discontinuo	3.5
Tierras desnudas y degradadas	3.6
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	1
Vegetación secundaria	2.1
Vegetación secundaria alta	2.1
Vegetación secundaria baja	2.1
Zonas arenosas naturales	2
Zonas de disposición de residuos	1
Zonas pantanosas	1
Zonas quemadas	3.6

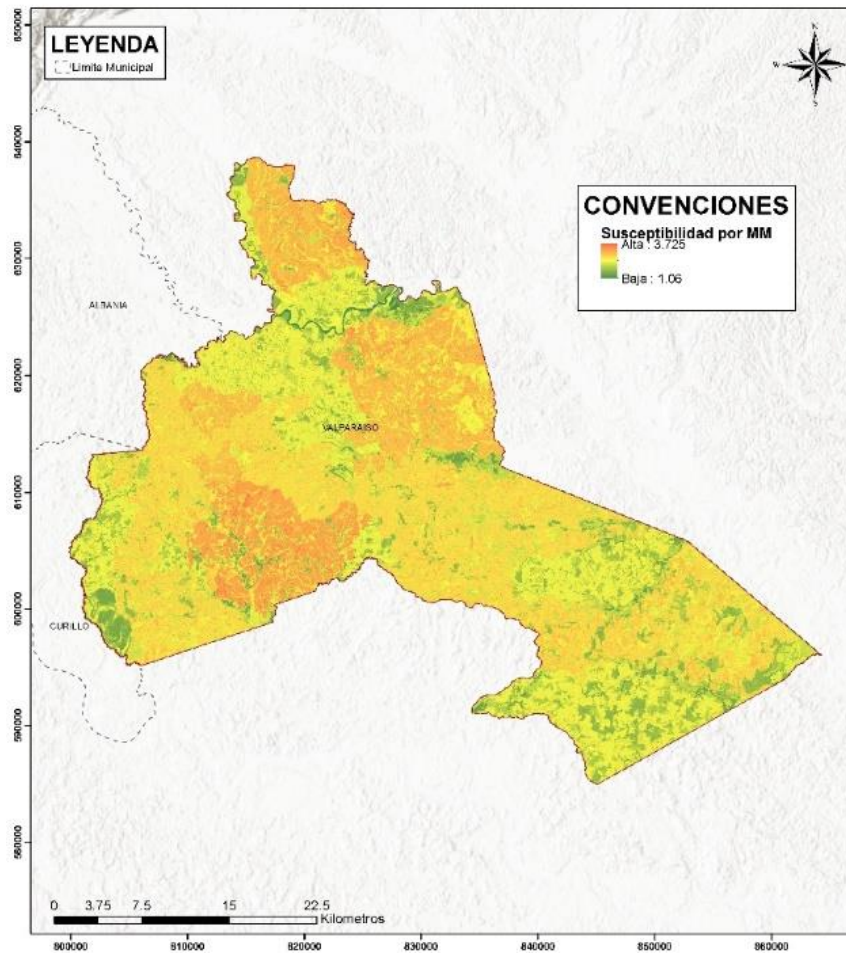
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 12. Susceptibilidad a movimientos en masa por coberturas para el municipio de Valparaíso



Luego de la determinación de susceptibilidad por cada una de las variables analizadas, se realizó la integración de todos los insumos de esta fase, mediante el uso de ponderados. Como resultado se obtiene la Figura 13 donde se muestra las categorías de susceptibilidad total a lo largo del municipio. En su mayoría, el municipio de Valparaíso presenta susceptibilidad media, con algunas zonas locales donde la susceptibilidad es baja en zonas aledañas a cauces; existen también zonas de amenaza alta especialmente condicionadas por el tipo de cobertura.

Figura 13. Susceptibilidad total a movimientos en masa para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.1.1.3 Detonantes de la amenaza

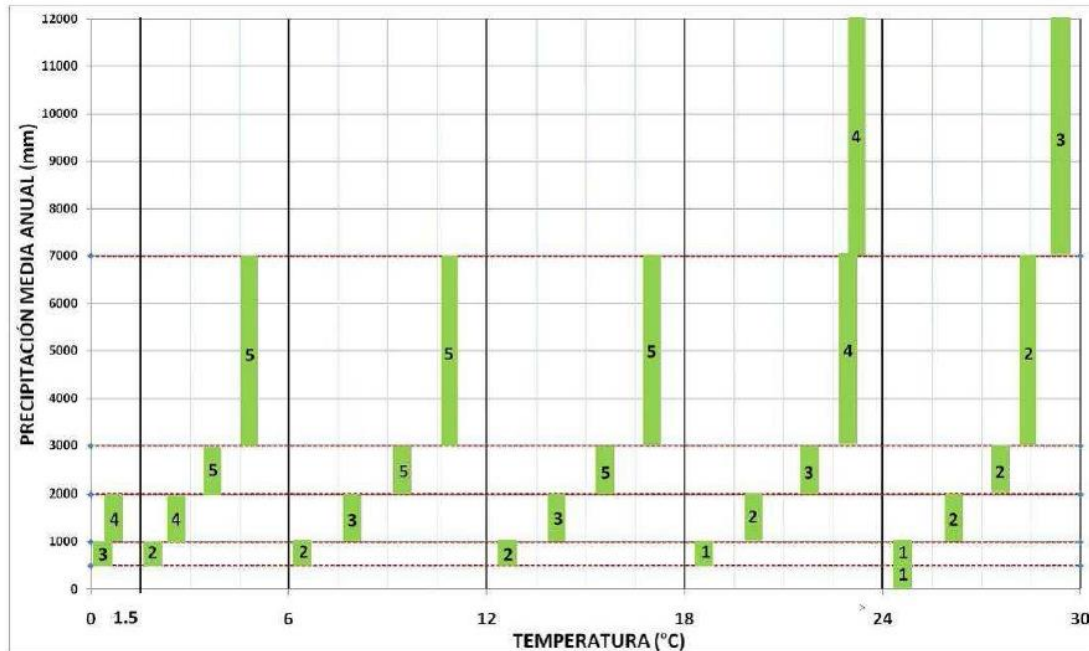
3.1.1.3.1 Clima

Generalmente los movimientos en masa están asociados a las lluvias, es por esto que diversos autores han abordado el tema desde diferentes puntos de vista, tal como se describe Guzzetti et al. (2007) quien recopiló los parámetros tenidos en cuenta para el cálculo de los umbrales por diferentes autores. Algunos presentan ecuaciones universales independientemente de las condiciones geomorfológicas, litológicas y de uso del suelo, como los propuestos por Caine (1980), otros autores han definido distribuciones espaciales de lluvia como umbrales que detonan eventos relacionados con movimientos en masa. Por tanto, no existe una única metodología aplicada a la evaluación de distribuciones de lluvia como detonantes de fallas en taludes y no se ha usado un único conjunto de medidas de lluvia.



Para el detonante clima se utilizó la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano, la cual propone una matriz de calificación que enfrenta la precipitación media anual con la temperatura media del municipio Figura 14.

Figura 14. Matriz de calificación detonante clima



Fuente: Modificado de SGC, 2012

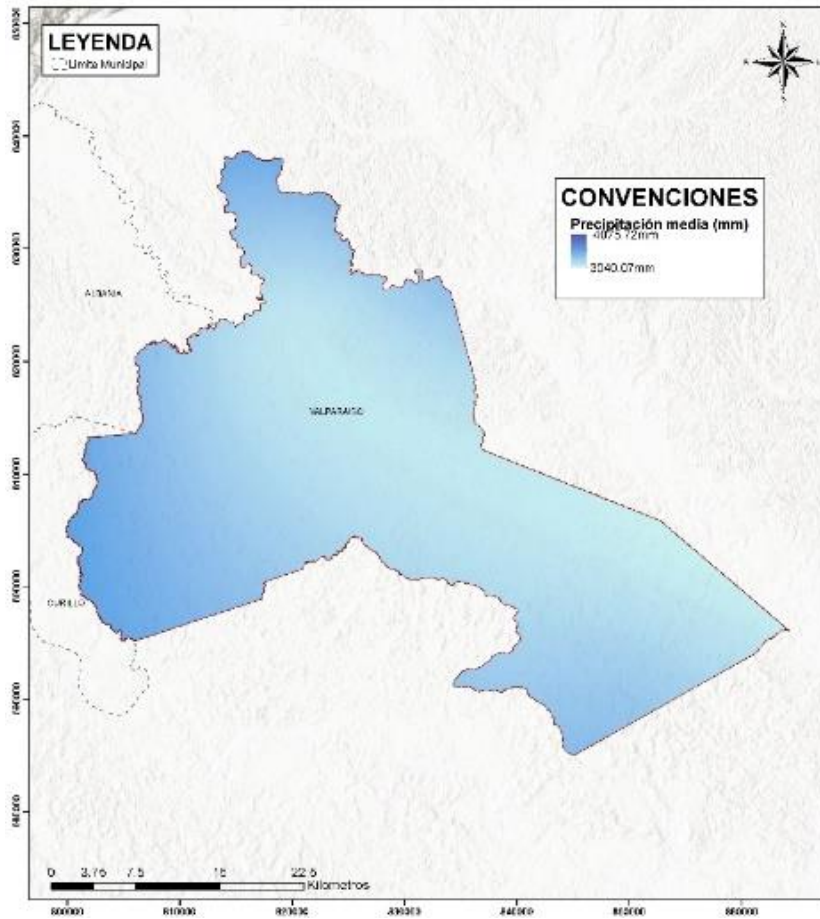
Según las características climatológicas existentes en el área de estudio, se evaluaron las condiciones de precipitación y temperatura para el municipio, de acuerdo con la información oficial existente en el IGAC y el IDEAM.

Generalmente los movimientos en masa están detonados por las lluvias; es por esto, que el mapa de amenaza por movimientos en masa se realizó tomando como detonante la precipitación media anual, la cual se considera como un indicativo de la humedad antecedente de suelo, cuando se presentan las lluvias máximas diarias. De igual manera, se contempla la temperatura promedio del área, pues se sabe que, a menores rangos de temperatura, existe menor evaporación y mayor contenido de humedad en el suelo, lo que contribuye a la generación de movimientos en masa.

En la Figura 15 se observan las condiciones generales de precipitación para el municipio de Valparaíso, donde se presentan valores principales dentro de la distribución de lluvias medias anuales. Al oeste del municipio, se registran valores cercanos a 3540 mm, mientras que, al este del área de estudio se encuentran valores que oscilan entre 3040mm y 3200mm. Por otro lado, y tal como se observa en la Figura 16, el municipio de Valparaíso enmarca un rango de temperaturas promedio entre los 25° y 26°. Dadas las condiciones establecidas en el marco climatológico del municipio, se clasificó el total del área de estudio con un valor de amenaza de 2 (bajo) dentro de las tablas de referencia explicadas en la metodología.



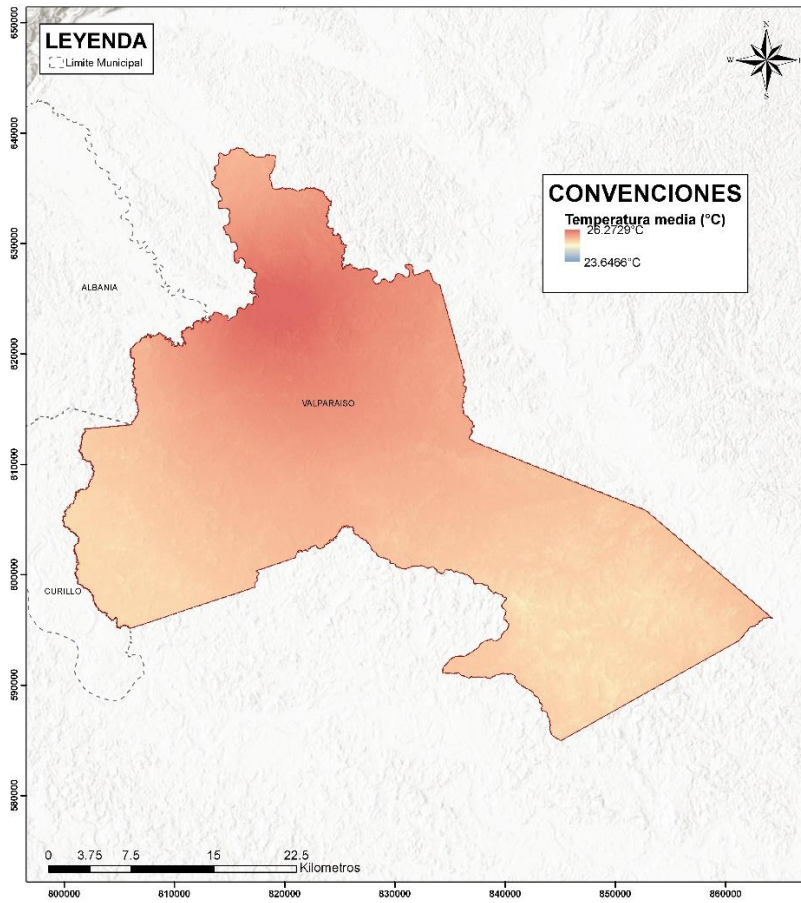
Figura 15. Distribución de la detonante precipitación para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



Figura 16. Distribución de la detonante temperatura para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

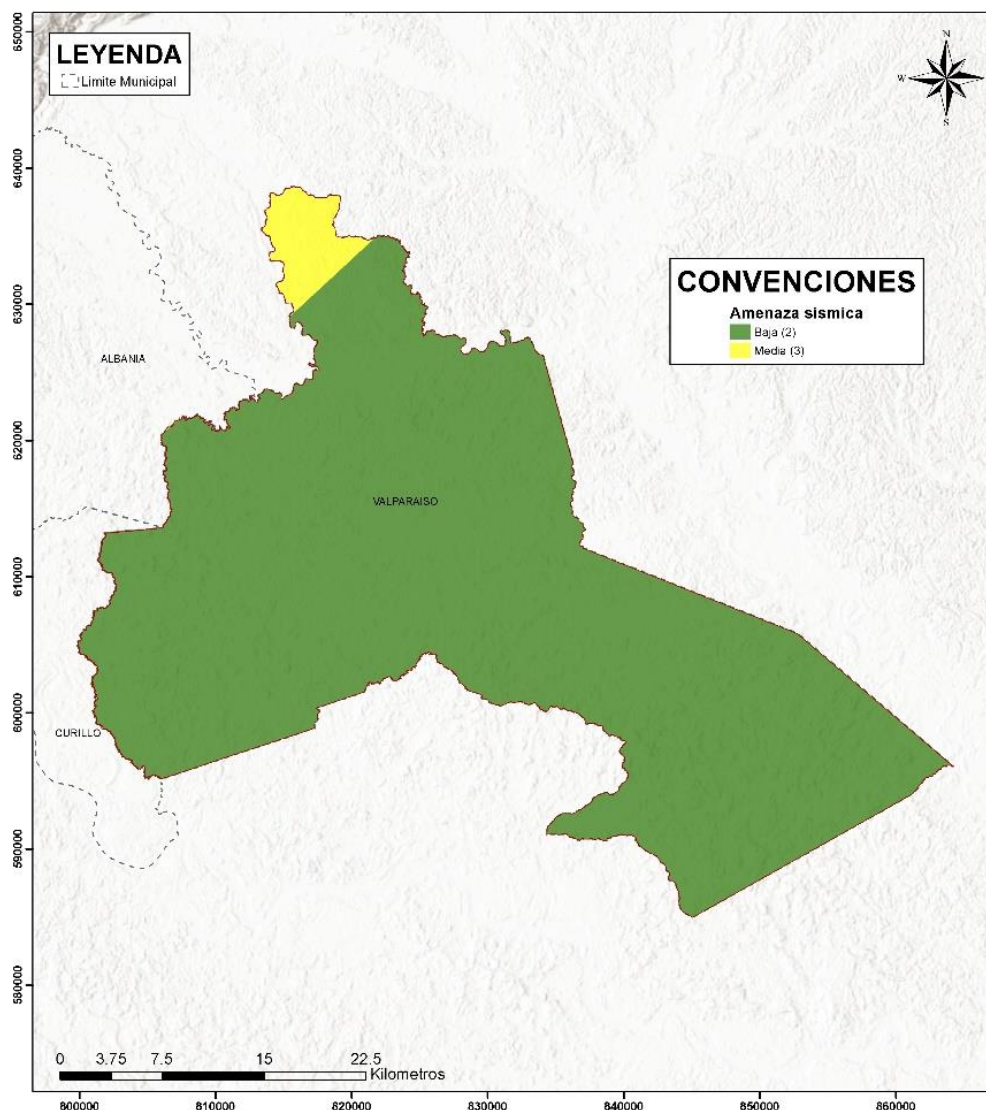


3.1.1.3.2 Sismo

Los taludes se encuentran en diferentes rangos de estabilidad. Cuando un sismo ocurre induce un movimiento del terreno, a menudo suficiente para causar fallas a taludes que están en los rangos más bajos de estabilidad. Los daños resultantes pueden ser desde insignificantes a catastróficos dependiendo de la geometría y de las características del material del talud.

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) realizada por el la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica para la aceleración horizontal que pueda ocasionar un movimiento en masa (AIS,2010), se establece entonces a partir de la consulta de dicho documento que el municipio de Valparaíso presenta un rango de valores de aceleración sísmica intermedia lo cual da una calificación baja (Figura 17).

Figura 17. Distribución del detonante sismo para el municipio de Valparaíso





Fuente: Modificado de SGC 2010

3.1.2 Zonificación de la amenaza

Los detonantes fueron involucrados en el álgebra de mapas del cálculo de amenaza mediante las siguientes expresiones:

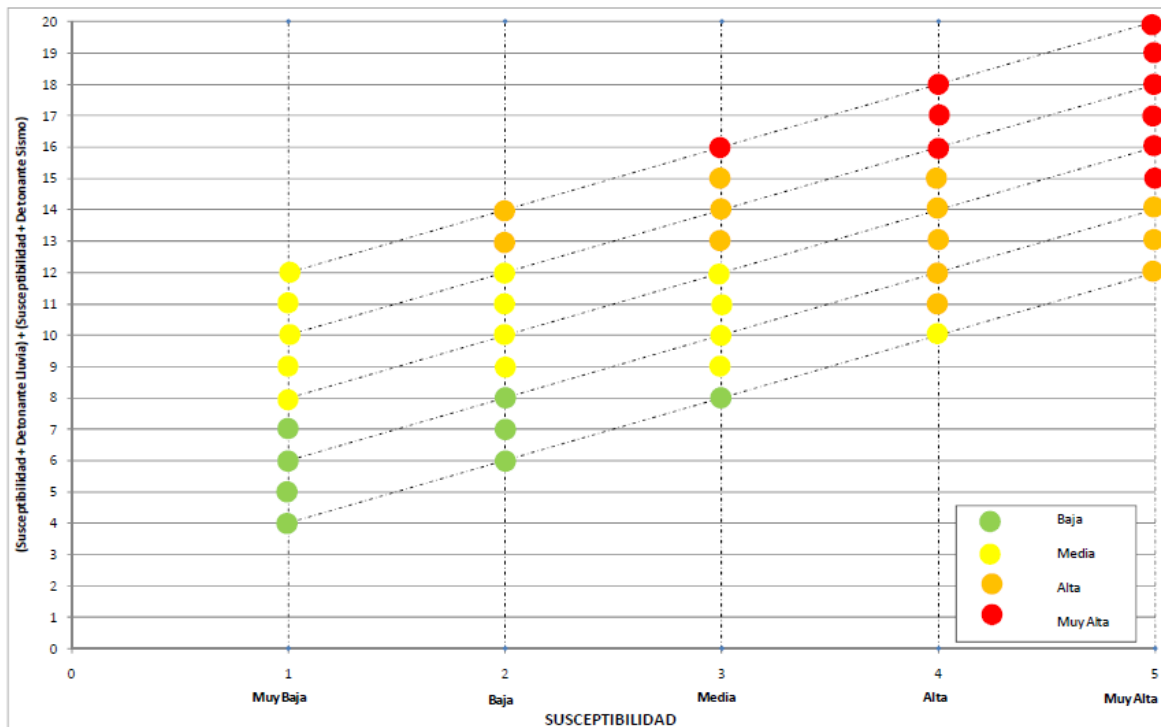
Ecuación 2. Detonantes de la amenaza

$$\text{Amenaza por sismicidad} = \text{Susceptibilidad final} + \text{donante sismo}$$

$$\text{Amenaza por Clima} = \text{Susceptibilidad final} + \text{detonante clima}$$

Para el cálculo de la amenaza total se utilizó la matriz de decisión establecida por el SGC para la determinación de esta (Figura 18), la cual involucra los parámetros metodológicos anteriormente mencionados. A partir del cruce de los mapas obtenidos debido a la matriz se obtuvo el mapa de amenaza por movimientos en masa.

Figura 18. Matriz de decisión para la categorización de la amenaza relativa

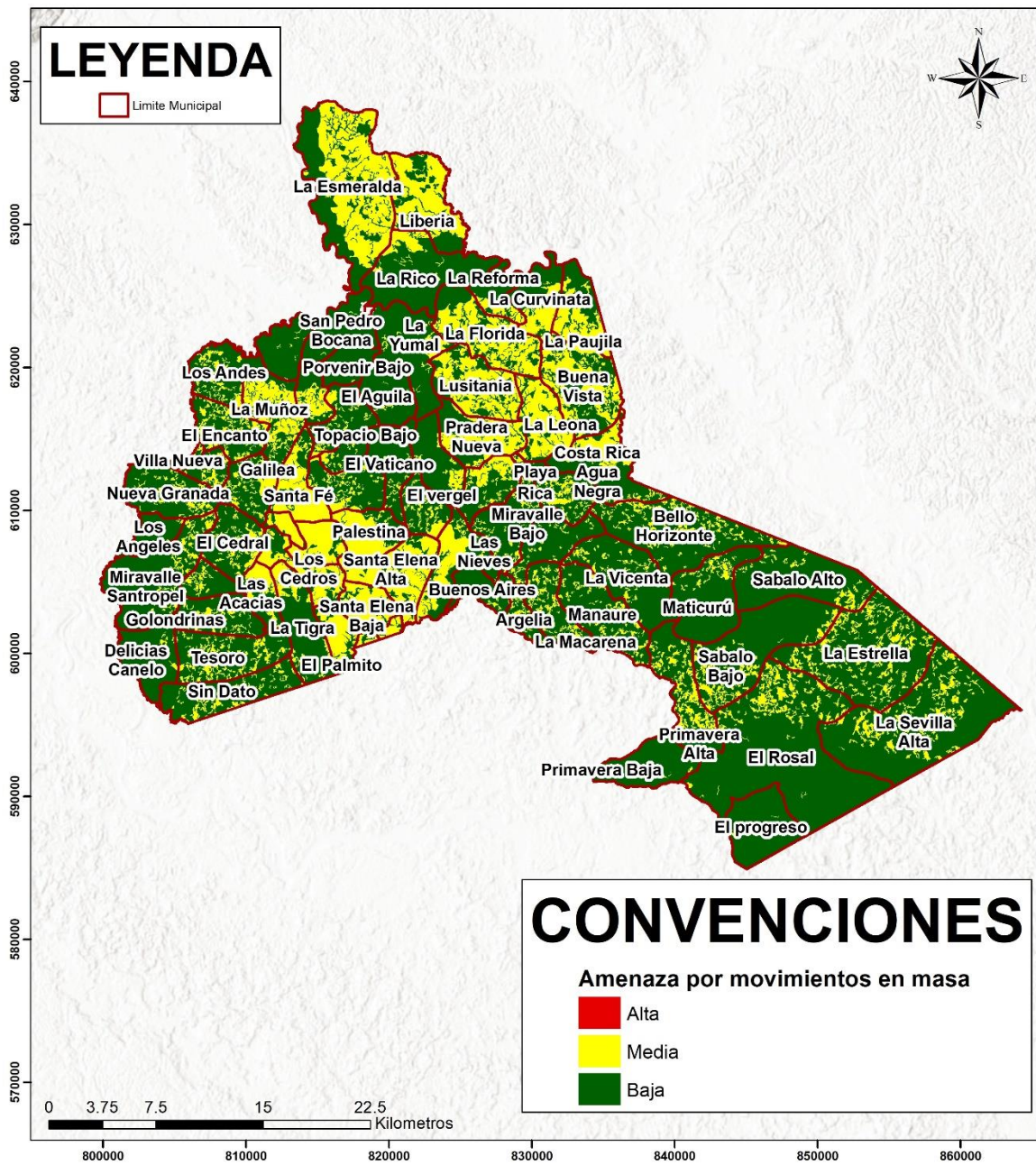


Fuente: SGC 2012

La zonificación final de amenaza por movimientos en masa, para el municipio de Valparaíso (Figura 19), muestra que el 72% del municipio, se encuentra categorizado en amenaza, baja, principalmente en las zonas de baja pendiente. Del mismo modo, en el sector sureste del municipio, predomina la amenaza media. Finalmente, ningún sector fue zonificado en amenaza alta, debido a la ausencia de diferentes factores como pendientes, unidades geomorfológicas asociadas a procesos erosivos, litología entre otras.



Figura 19. Zonificación final de amenaza por movimientos en masa para el municipio de Valparaíso



Las áreas con zonificación baja de amenaza por movimientos en masa cubren la mayor parte del área de estudio con 96727.34 Ha (71.51%) y se encuentran distribuidas en las zonas que corresponden a las zonas de pendientes suaves del municipio ubicándose en las veredas de: Alto Vergel, Andalucía, Argelia, Argentina Alta, Argentina Baja, Bello Horizonte, Buena Vista, Buenos Aires, Cabecera Municipal, Costa Rica Agua Negra, Delicias Canelo, El Águila, El Cedral, El Encanto, El Jardín, El Palmito, El progreso, El Rosal, El Vaticano, El vergel, Galilea, Golondrinas, La Curvinata, La Esmeralda, La Española, La Estrella, La Florida, La Leona, La Macarena, La Muñoz, La Paujila, La Reforma, La Rico, La Sevilla Alta, La Tigra, La Unión Sincelejo, La Vicenta, La Yumal, Las

Acacias, Las Mercedes, Las Nieves, Liberia, Los Andes, Los Ángeles, Los Cedros, Los Laureles, Lusitania, Manaure, Maticurú, Miravalle Alto, Miravalle Bajo, Miravalle Santropel, Nueva Granada, Palestina, Playa Rica, Porvenir Alto, Porvenir Bajo, Pradera Nueva, Primavera Alta, Primavera Baja, Sábalo Alto, Sábalo Bajo, San Pedro Bocana San Pedro Medio Santa Elena Alta Santa Elena Baja Santa Fe Santiago de la Selva Tesoro Topacio Alto Topacio Bajo Villa Nueva.

La amenaza media por movimientos en masa se ubica principalmente en la parte norte y central del área de estudio, en las veredas de Alto Vergel, Andalucía, Argelia, Argentina Alta, Argentina Baja, Bello Horizonte, Buena Vista, Buenos Aires, Costa Rica Agua Negra, Delicias Canelo, El Águila, El Cedral, El Encanto, El Jardín, El Palmito, El progreso, El Rosal, El Vaticano, El vergel, Galilea, Golondrinas, La Curvinata, La Esmeralda, La Española, La Estrella, La Florida, La Leona, La Macarena, La Muñoz, La Paujila, La Reforma, La Rico, La Sevilla Alta, La Tigra, La Unión Sincelejo, La Vicenta, La Yumal, Las Acacias, Las Mercedes, Las Nieves, Liberia, Los Andes, Los Ángeles, Los Cedros, Los Laureles, Lusitania, Manaure, Maticurú, Miravalle Alto, Miravalle Bajo, Miravalle Santropel, Nueva Granada, Palestina, Playa Rica, Porvenir Alto, Porvenir Bajo, Pradera Nueva, Primavera Alta, Primavera Baja, Sábalo Alto, Sábalo Bajo, San Pedro Bocana, San Pedro Medio Santa Elena Alta Santa Elena Baja Santa Fe Santiago de la Selva Sin Dato Tesoro Topacio Alto Topacio Bajo Villa Nueva. La Figura 20 referencia una localidad categorizada como de amenaza media dada su pendiente prominente, geoformas asociadas a ser susceptibles a fenómenos en movimientos en masa, procesos erosivos, cambios en la cobertura entre otras.

Figura 20. ladera en categoría de amenaza media en el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

En la Tabla 12, se muestra un presenta un breve resumen de las áreas y porcentajes de las áreas de acuerdo con cada una de la categorización de la amenaza por movimientos en masa (media y baja):

Tabla 12. Relación de las áreas por categoría de amenaza por movimientos en masa

Amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Media	38533.55	28.49%
Baja	96727.34	71.51%

Total	135260.89	100.00%
--------------	------------------	----------------

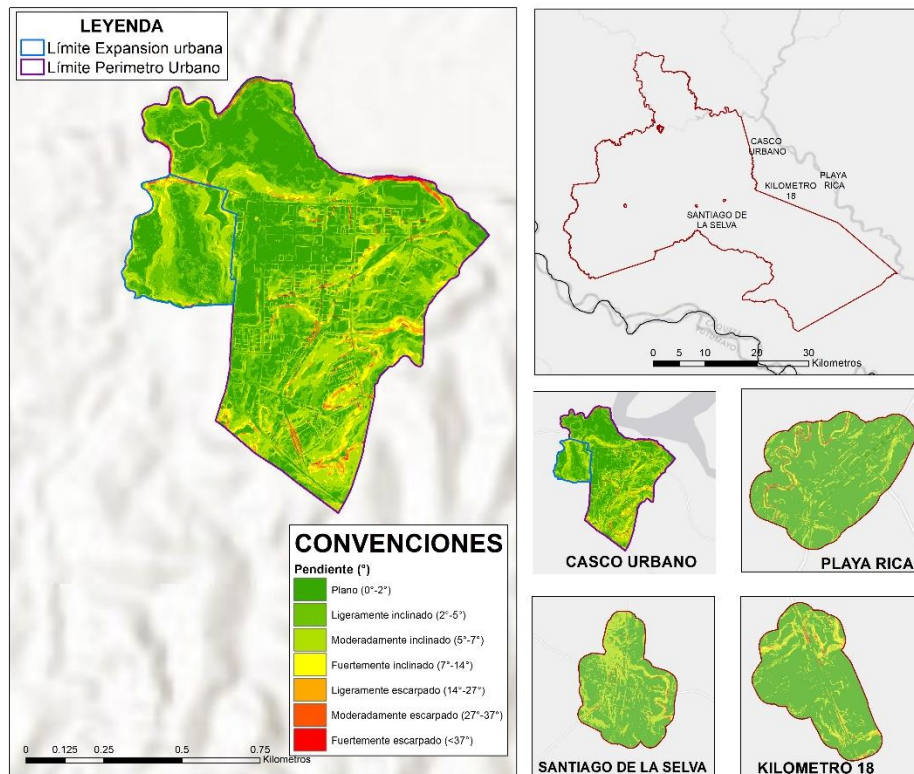
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.2 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en zona urbana y centros poblados

De acuerdo con lo establecido en el decreto 1807 de 2014, se deben adelantar estudios de delimitación y zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5.000 para la zona urbana.

Al realizar el modelo de pendientes del casco urbano y los centros poblados de km 18, Playa Rica y Santiago de la Selva (Figura 21), se observa que el relieve es predominantemente plano a ligeramente inclinado (pendiente menor a 5°), a pesar de que hay pequeños sectores que muestran pendientes inclinadas, obedecen a un patrón rectilíneo, puesto que rodean las vías y corresponde a desniveles generados por las edificaciones de la zona, no a un cambio en la pendiente natural del terreno. Esto representa baja inestabilidad en la zona y por ende amenaza baja por movimientos en masa. Por esta razón, según lo observado en campo, sumado a la ausencia de eventos históricos y siguiendo los lineamientos técnicos del Artículo 8 del decreto 1807 de 2014, se descarta la probabilidad media y alta para la ocurrencia de movimientos en masa.

Figura 21 Rangos de pendientes para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.3 Estudio básico de amenaza por inundación en zona rural



El área comprendida por el municipio de Valparaíso enmarca una región muy importante de la cuenca alta y media del Río Caquetá. Este sector combina un sistema hídrico caracterizado por la presencia de cuerpos de agua lóticos, destacando entre estos los cauces principales de los ríos Pescado y Fragua.

Como generalidad, el municipio se caracteriza por la presencia de pendientes muy bajas y suaves en el sur oriente del municipio. Aunque estas zonas tienen una baja densidad generan procesos de erosión uniforme. Por otro lado, continuamente aportan ladera abajo una cantidad considerable de agua y sedimentos, principalmente al cauce del río Pescado formando un patrón de drenaje dendrítico controlado por la topografía y las características litológicas y estructurales de la zona.

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos que generalmente son el resultado de fuertes precipitaciones y de la labor de la dinámica de una corriente, expresada a través de los desbordamientos y migraciones de cantidades de agua considerables. Las secuelas de estos procesos pueden llegar a ser muy nocivas si se subestima su energía y magnitud de impacto, ya que generan una gran inseguridad y riesgo para las poblaciones e infraestructura (especialmente agrícola) que puedan estar localizadas en zonas susceptibles y con alta predisposición a este tipo de eventos.

Estos fenómenos suelen generarse durante las temporadas climáticas de mayor pluviosidad, ya que usualmente se originan por lluvias persistentes y generalizadas ocasionando un aumento progresivo del nivel de las masas de agua, lo cual ocasiona que se sobrepase la capacidad de retención del suelo y se supere la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando desbordamientos y dispersión de las aguas con cierta periodicidad sobre gran parte de las zonas aledañas a los cursos de agua que normalmente no se encuentran sumergidas, como lo son las llanuras de inundación y los sistemas de terrazas bajas de las planicies aluviales (IDEAM, 2016).

En épocas de intensas anomalías climáticas, las terrazas medias y zonas más distales de las riberas de los ríos también pueden verse afectadas, esto como consecuencia de inundaciones inusuales por periodos climáticos de altas precipitaciones, como se observó en Colombia con el impacto del Fenómeno “La Niña” 2010-2011 que tuvo afectaciones en todo el país, específicamente por las crecientes de los ríos.

Tabla 13. Tipo inundaciones con sus posibles efectos

Causa	Efectos
Fluvial: Desbordamiento y dispersión de corrientes de agua de ríos y quebradas	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de bienes materiales y vidas • Repercusiones económicas causadas por afectación en cultivos y áreas de pasto para ganadería. • Secuelas ambientales y de la cobertura vegetal por sobre hidratación y exposición a condiciones extremas
Pluvial: Encharcamientos de aguas lluvias represadas por saturación de la capacidad de drenaje del terreno.	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del balance hídrico de la zona, generando a su vez en zonas de interés y productividad pesquera, una sustancial disminución de esta al reducirse las migraciones reproductivas y la oferta de nutrición de los peces de importancia comercial

Fuente: Adaptado de Narváez Mora & Viteri Palacios (2009)

3.3.1 Estudios previos

El municipio de Valparaíso ha sido objeto de estudios e informes sobre las amenazas de origen hidrometeorológico que existen en el territorio. Existen reportes de eventos y zonificaciones que aportan al entendimiento de la dinámica de las inundaciones lentas ocurridas en zona rural del municipio. Dentro de los documentos recopilados se resaltan los siguientes:

- Esquema de Ordenamiento Territorial vigente año 2010

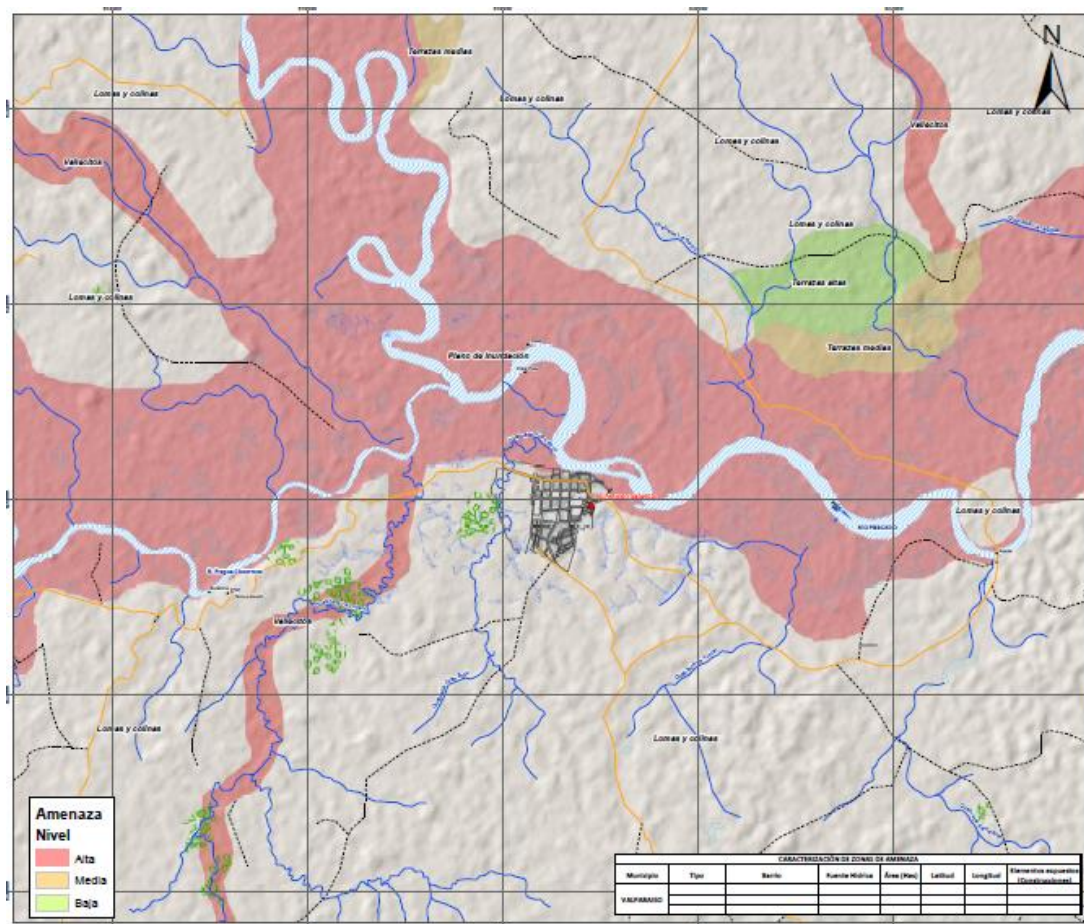


- Identificación y Caracterización de Sitios Críticos de Amenaza Municipio de Valparaíso, Caquetá (Corpoamazonia, 2015)
- Plan Municipal de Gestión del Riesgo municipio de Valparaíso 2018
- Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Caquetá
- Estudios departamentales de gestión del riesgo 2018

3.3.1.1 Estudios Departamentales de Gestión del Riesgo

Como parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el departamento de Caquetá ha adelantado acciones y proyectos que aporten al conocimiento del riesgo en los municipios que lo conforman. De esta forma, mediante la UT Gestión del riesgo Caquetá 2018, se realizó la consultoría donde se brindó asistencia técnica departamental en diferentes estudios. Adicionalmente se realizó la zonificación de algunas amenazas. Puntualmente, para la amenaza de por inundación rural en el municipio de Valparaíso, se desarrolló una metodología heurística utilizando como insumos las unidades geomorfológicas, la recurrencia de eventos históricos junto con un análisis de precipitación. Como resultado se obtuvo la zonificación que se muestra en la Figura 22.

Figura 22. Zonificación de amenaza por inundación en el municipio de Valparaíso desarrollada por UT Gestión del riesgo Caquetá 2018.



Fuente: UT Gestión del riesgo Caquetá 2018

De acuerdo con esta zonificación, puede observarse que la categoría de amenaza alta se centra en la geoforma plano de inundación desde el río Fragua Chorroso hasta el río Pescado que recorre municipio de Valparaíso. Por el contrario, la amenaza media fue atribuida para las geoformas de lomas y colinas.

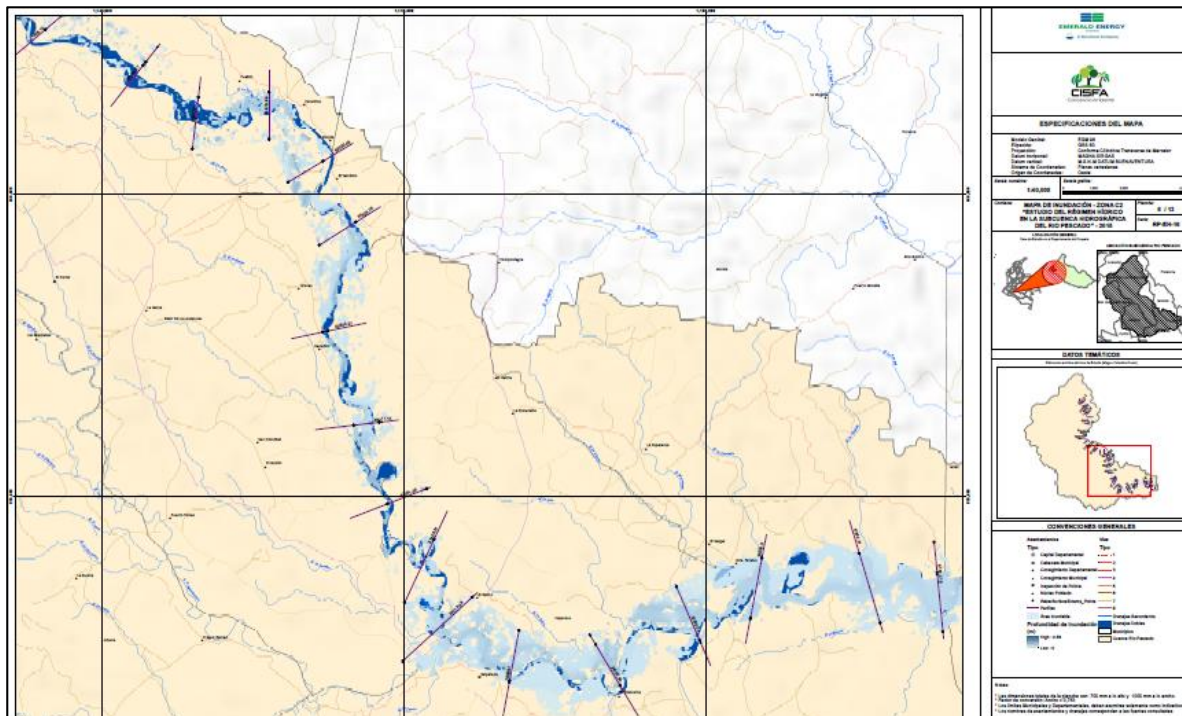
3.3.1.2 Estudio Del Régimen Hídrico En La Subcuenca Hidrográfica Del Río Pescado

Los estudios hidrológicos e hidráulicos constituyen instrumentos base para la planificación de los recursos hídricos, ordenación de cuencas y gestión del riesgo para determinar situaciones de amenaza en áreas donde las poblaciones y actividades económicas se desarrollan en la periferia de cuerpos de agua loticos donde existe alta intensidad de precipitación.

En este sentido, en el año 2015 Emerald Energy mediante la consultora CISFA, realizó el estudio del régimen hídrico en la subcuenca hidrográfica del río Pescado que atraviesa transversalmente el municipio de Valparaíso. El objetivo del estudio fue desarrollar los apartes necesarios para determinar los caudales máximos del río Pescado en diferentes periodos de retorno y un modelo de simulación hidráulica de máxima avenida en un eventual escenario crítico.

Con el fin de identificar las áreas de amenaza por inundación, se realizó un modelo hidráulico a través de la red de drenajes del río Pescado. En adición, se hicieron ajustes a los cocientes de rugosidad y topografía del terreno. La simulación tuvo como resultado para periodos máximos > 100 años un caudal extremo total de 1622.27 m³/s el cual presentó efectos de desborde sobre las geoformas aledañas al río (Figura 23).

Figura 23. Mapa de inundación en la subcuenca hidrográfica del río Pescado



Fuente: Tomado de CISFA 2015

3.3.1.3 Evaluación geoambiental e hídrica del proyecto de perforación exploratoria del bloque petrolero El Nogal en los municipios Morelia y Valparaíso – Caquetá, para la defensa del agua y el territorio

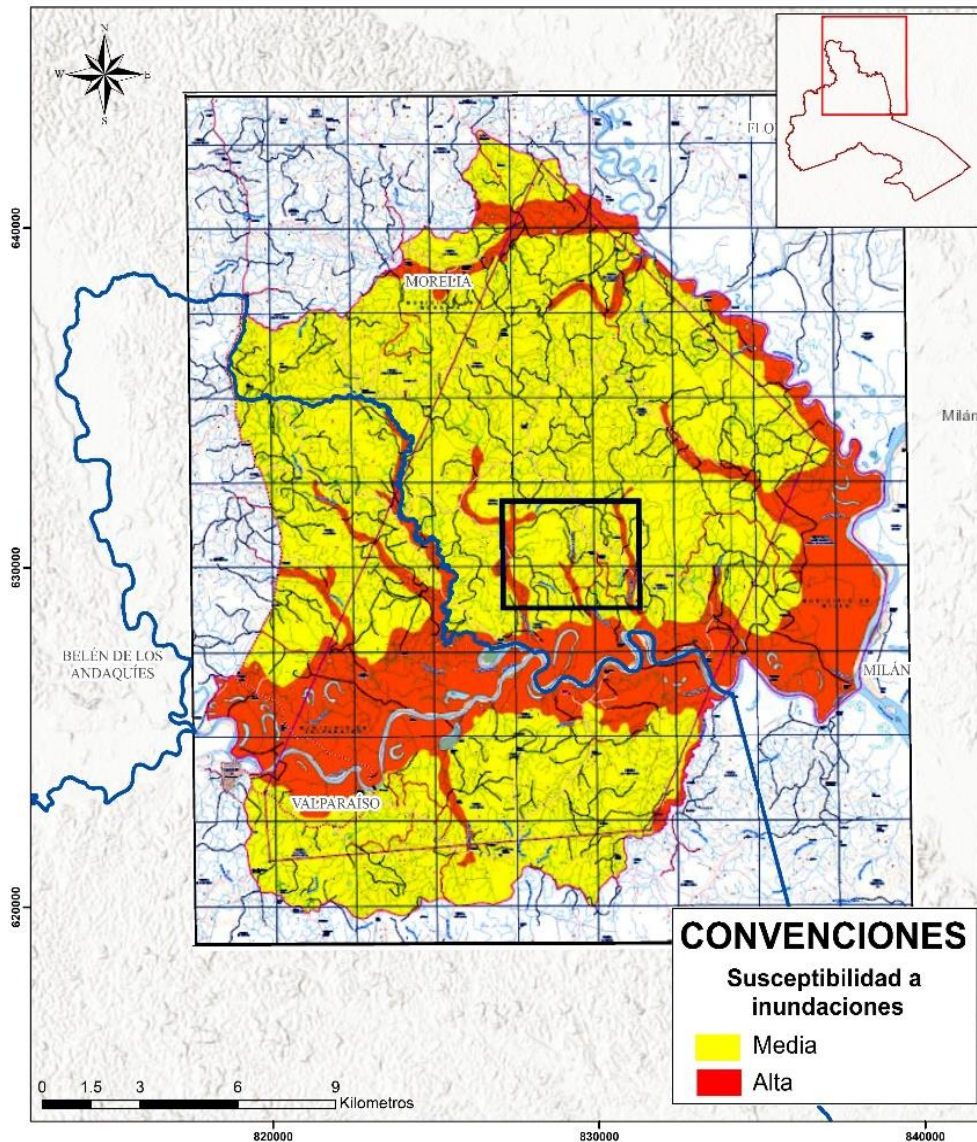
En el marco de este estudio medio ambiental la Corporación geoambiental Terrae realizó una evaluación de la información presentada por la compañía Emerald Energy y C&MA en el estudio de impactos ambientales para el proyecto exploratorio El Nogal. En el capítulo 6 de este estudio correspondiente a la zonificación ambiental se presenta una susceptibilidad a inundaciones con base en las unidades geológicas y geomorfológicas identificadas, en donde para los lomeríos se les asigna una susceptibilidad media o moderada y a las unidades



con influencia de cuerpos de agua permanentes poseen una susceptibilidad alta. Este estudio se realizó en jurisdicción de los municipios de Morelia y el sector norte del municipio de Valparaíso (Figura 24).



Figura 24. Susceptibilidad por inundaciones para el bloque de exploración El Nogal



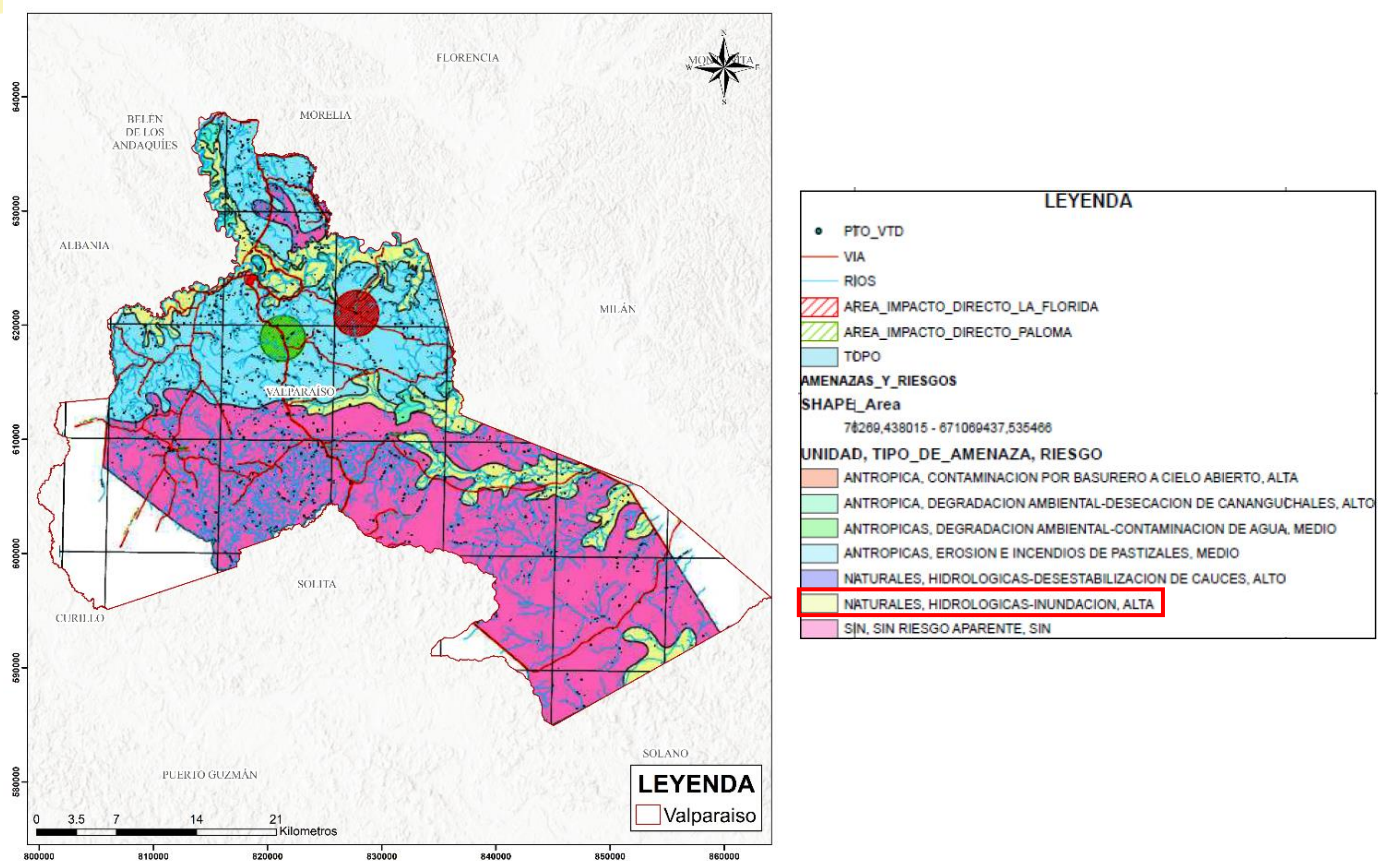
Fuente: (Consultoría y Medio Ambiente C&MA Ltda, 2016)

3.3.1.4 Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Valparaíso (2010-2019)

Dentro de la actualización del esquema territorial del municipio en el año 2010, se contemplan áreas afectadas por amenazas de tipo natural como puede verse en la Figura 25 donde la amenaza alta por inundaciones es representada con el color amarillo y se encuentra asociada a las áreas aledañas del río Pescado hacia el norte y en el sur asociada a la quebrada Agua Negra y Maticurú.



Figura 25. Mapa de amenazas en el municipio de Valparaíso



Fuente: (Alcaldía municipal de Valparaíso, 2010)

3.3.2 Descripción metodológica

En este capítulo se encontrará el análisis para zonificación de la amenaza por inundaciones para el municipio de Valparaíso. Para esta zonificación se hace uso imágenes satelitales para diferentes temporalidades (1969, 1999 y 2020) y un modelo digital de elevación con una resolución de 12.5 m por píxel.

A partir de los insumos se realiza el análisis geomorfológico permitiendo delimitar las geoformas de fluvial que son susceptibles a presentar inundaciones, teniendo esta geoformas identificadas, se realiza un análisis de los reportes de eventos históricos (localización y caracterización) tanto de los eventos históricos reportados en fuentes secundarias, como la información social recolectada en los procesos de participación ciudadana y la validación de estas con información de campo como zonas con mayor propensión a este tipo de fenómenos. Además de esto se realiza la caracterización de la dinámica fluvial del municipio en diferentes temporalidades a través de un análisis multitemporal de imágenes de sensores remotos, reconociendo las zonas de divagación y cambio en los meandros del Río Pescado (ver Figura 26)

Por ultimo para realizar la zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Valparaíso se realizó una integración de análisis de tipo geomorfológico -histórico, en donde esta zonificación se tuvo en cuenta el análisis de eventos históricos en las unidades geomorfológicas previamente definidas como susceptibles a sufrir fenómenos de este tipo (establecidas en el ítem de análisis geomorfológico) y el análisis de la dinámica fluvial en el municipio, a través de una matriz de decisión que contempla las variables antes descritas.

La zonificación obtenida se presentará en tres niveles jerárquicos (Alto, Medio y Bajo), todo esto de acuerdo con los parámetros establecidos por el Decreto 1807 de 2014 en su artículo 9°.



Figura 26. Metodología implementada para la zonificación por inundaciones en suelo rural



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.3.2.1 Análisis geomorfológico

La geomorfología de una región está constituida por el conjunto de geoformas que han sido modeladas por los agentes geológicos imperantes en el área; entendiendo que estas son el producto de la interacción entre los materiales téreos y los procesos, donde intervienen fuerzas endógenas y exógenas, las cuales le imprimen características específicas en los diferentes ambientes y zonas geográficas del territorio, en algunos casos la acción antrópica ha contribuido de manera importante en la forma del paisaje.

Las unidades geomorfológicas contienen características intrínsecas como morfodinámica, morfogénesis, morfometría y morfocronología a partir de las cuales se pueden determinar unidades que se encuentran relacionadas con procesos de paleo-inundaciones (reconocimiento de procesos de inundaciones antiguos), su intensidad y su cronología (procesos activos, intermitentes o antiguos), todo esto a través de la identificación y clasificación de diferentes tipos de depósitos y sus disposiciones, con el fin de delimitar y zonificar áreas geomorfológicamente activas dentro del cauce fluvial y sus riberas, y por tanto predispuestas a ser inundadas debido la dinámica natural de la corriente fluvial.

3.3.2.1.1 Identificación de geoformas susceptibles

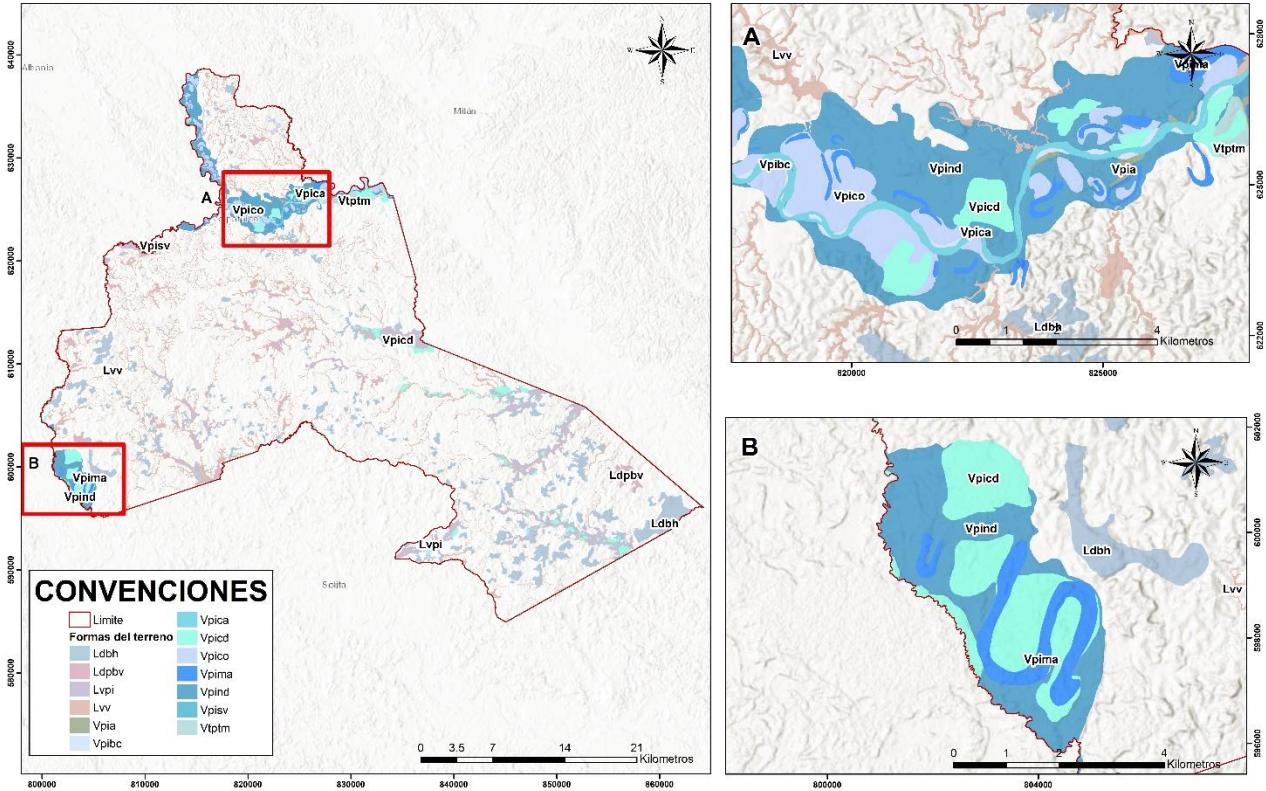
Puesto que los procesos y geoformas asociadas a dinámicas fluviales son aquellas áreas con un mayor factor de susceptibilidad a presentar eventos de inundación por desborde de los cauces en creciente progresiva o súbita, se tienen en cuenta como morfologías principales, asociadas a inundaciones. Con el resultado de la interpretación geomorfológica se extrajeron las geoformas fluviales que permitieron caracterizar los procesos morfodinámicos dominantes en los fenómenos de inundación, de acuerdo con los eventos históricos registrados y las características texturales y geométricas intrínsecas de las geoformas.

Las geoformas susceptibles a inundaciones encontradas en el municipio de Valparaíso corresponden a un ambiente deposicional, presentando relieves como planos de inundación de meandro activo, terrazas, depresiones y vallecitos, con pendientes suaves a planas, las cuales permiten que ocurran eventos de inundación cuando los cauces se desbordan a causa de las crecientes súbitas o progresivas. Dentro de las geoformas susceptibles a inundaciones se encuentra: plano y talud de terraza media, sobrevega de cauce aluvial, napa de desborde, meandro abandonado, complejo de orillares, cubeta de decantación, cauce aluvial, barra de canal, albardón, vega de vallecito, plano de inundación de vallecito, bajos vegetados y bajo con herbazales. Estas geoformas se encuentran ubicadas principalmente bordeando el río fragua hacia el norte del municipio, y en las cercanías del río Caquetá hacia el suroeste del municipio. (Figura 27). Así mismo la Tabla 14. Geoformas



susceptibles a inundaciones presentes en el municipio de Valparaíso Relaciona las geoformas susceptibles identificadas en el área de estudio.

Figura 27. Geoformas susceptibles a inundaciones en el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Tabla 14. Geoformas susceptibles a inundaciones presentes en el municipio de Valparaíso

Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
Lomerío	Denudacional	Depresión	Bajo con herbazales	Ldbh	Superficie plano cóncava y ovalada, en la cual se presentan condiciones de acumulación de agua, convirtiéndose en pequeñas zonas húmedas con altos contenidos de arcillas y presencia de coberturas de tipo herbazales.
			Bajos vegetados	Ldpbv	Representa una superficie plano cóncava y ovalada, con situaciones de acumulación de agua, generando pequeñas zonas húmedas donde se depositan arcillas y presencia de coberturas vegetales.
	Deposicional	Vallecito	Vega de vallecito	Lvv	Corresponde a la porción de tierra más baja del vallecito en el paisaje de lomerío, la cual bordea ambas márgenes de la corriente principal, es frecuentemente inundable.
			Cauce aluvial	Lvca	Canal aluvial de forma irregular formado por la excavación y erosión de las corrientes, con pendientes planas a suavemente inclinadas, que se encuentran sobre el paisaje de lomerío.
			Sobrevega	Lsv	Corresponde a una topografía plano-cóncavo, de pendiente ligeramente plana, mal drenada, se encuentra ubicada hacia el margen de la vega de forma discontinua. Se originan debido a la acumulación longitudinal de sedimentos medios y finos durante las crecientes súbitas y el aporte lateral de material aluvio-coluvial, siendo ligeramente más alta que la vega.
				Lvnd	



Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
			Napa de desborde		Corresponde a la zona con topografía rectilineocóncavo, de forma irregular, con extensión corta a larga, y pendiente ligeramente inclinada, se forman debido a procesos de sedimentación que ocurren después de un evento de inundación, debido a que la lámina de agua temporal permite la acumulación de sedimentos.
Valle	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Cauce aluvial	Vpica	Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes, con superficies de pendientes planas a suavemente inclinadas.
			Cubeta de decantación	Vpicd	Hace referencia a la zona más baja del plano de inundación, su topografía es plano cóncava favorece el estancamiento de aguas de desborde y corrientes intermitentes tributarias, lo que facilita la decantación de partículas finas como los limos y arcillas.
			Abanico de desborde	Vpad	Son superficies formadas por el flujo producido por la ruptura en este caso del complejo de orillares, principalmente en los eventos de inundación.
			Complejo de orillares	Vpico	Corresponde a un depósito de materiales aluviales de perfil topográfico ondulado, localizado hacia la orilla interna de los meandros, están asociados con la divagación del cauce en el plano de inundación, que origina una sucesión de capas de aluviones.



Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
			Meandro abandonado	Vpima	Son zonas con un perfil topográfico cóncavo, de forma arqueada y alargada, pueden encontrarse abierto o cerrado, con forma de herradura, hace referencia a un antiguo segmento curvo de un cauce aluvial, que fue abandonado y desconectado. Predominan procesos de inundación por eventos externos y colmatación de sedimentos finos.
			Vega de vallecito	Vpiv	Corresponde a superficies con un perfil topográfico plano-cóncavo, ubicados en la posición más baja del valle, caracterizados por tener una forma alargada y estrecha, con contorno sinuoso y pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada.
			Napa de desborde	Vpind	Son zonas de transición entre el albardón y la cubeta, formada por la acumulación de sedimentos de granulometría mediana en los que prevalecen los limos.
Antrópico	Antrópico	Canal artificial	Canal artificial	Aca	Canales construidos por dragado o remoción de los primeros horizontes de suelo con el fin de rectificar los cauces y la escorrentía superficial
		Piscina	Dique de piscina artificial	Adpsc	Hace referencia a estructuras locales sobresalientes y cerradas capaces de contener volúmenes de agua, están conformadas por material heterogéneo y suelo removido de las zonas más próximas a estas.
			Piscina artificial	Apsc	Corresponde a los cuerpos de agua acondicionados artificialmente para usos piscícolas o de contención y almacenamiento de agua.

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

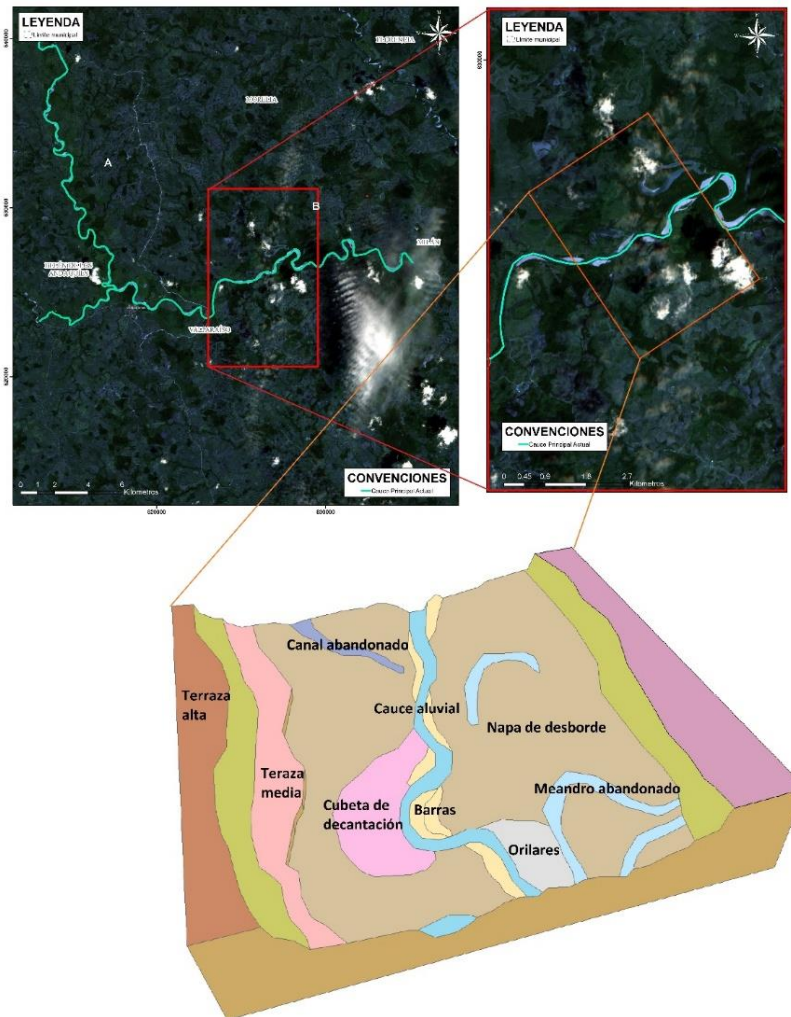
3.3.2.2 *Caracterización del sistema fluvial y eventos históricos.*

3.3.2.2.1 *Sistema fluvial río Pescado*

El río Pescado nace sobre la cordillera Oriental en la jurisdicción del municipio de Belén de los Andaquíes, su cuenca abarca un área total de 195200 ha, cubriendo territorio de los municipios de Belén de los Andaquíes, Morelia, San José del Fragua, Albania, Valparaíso y Milán. En el municipio de Valparaíso la cuenca tiene una extensión de 21520 ha, correspondientes al 17.73% del total de la cuenca, esta recoge las aguas del área norte del municipio, de los tributarios La Morrocoya, La Rico, La Paujila y el río Fragua Chorroso.

El límite entre el municipio de Valparaíso y Belén de los Andaquíes es demarcado por el río Pescado a lo largo de un trayecto de 21.34 km aproximadamente, luego recorre la zona norte del municipio, en cercanías de la cabecera municipal, con una orientación occidente-oriente, hasta desembocar en el río Caquetá, en términos generales este es reconocido como un canal sinuoso en un sistema meandriforme. La Figura 28 expone de manera general los elementos reconocidos en el área de estudio que reafirman el comportamiento meándrico, entendiendo que su génesis está estrictamente ligada con la dinámica reciente del sistema fluvial, reconociendo zonas inundadas periódicamente además del corte y abandono de sus meandros, estos procesos han tenido un desarrollo natural dentro de una llanura de inundación bien definida.

Figura 28. Formas del paisaje presentes en el área de estudio (sistema meándrico).



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.3.2.3 Análisis multitemporal

Para la determinación de las zonas inundables y la categorización de las geoformas asociadas a inundaciones, se realizó un análisis a partir de sensores remotos en diferentes años, esto con el fin de observar los cambios asociados a la dinámica fluvial de los ríos que recorren el municipio.

En la Tabla 15 se observa la información referente a cada escena de imágenes interpretadas y la temporalidad de estas.

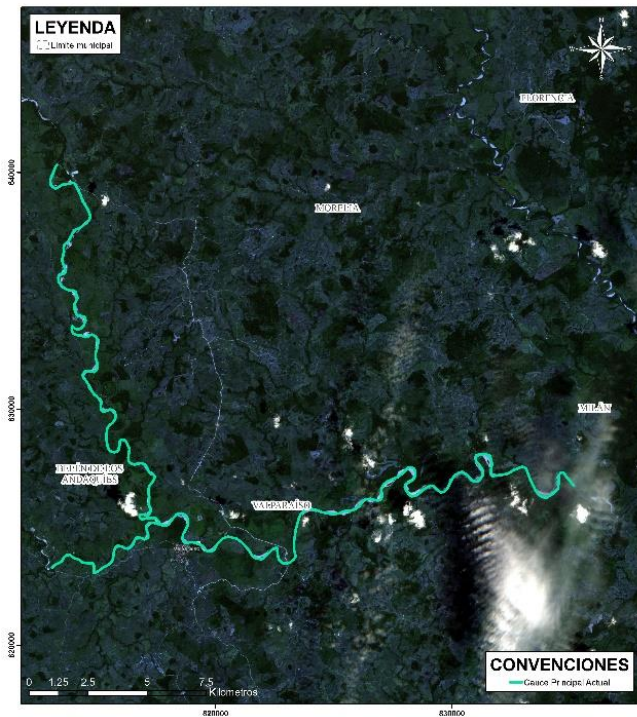
Tabla 15. Imágenes interpretadas.

AÑO	Sensor	Resolución de pixel
1969	Imagen satélite Google earth	N/A
1999	Landsat 7	15 m
2020	Sentinel 2	12 m

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



Figura 31. Cauce principal del río Pescado en jurisdicción de Valparaíso 2020



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



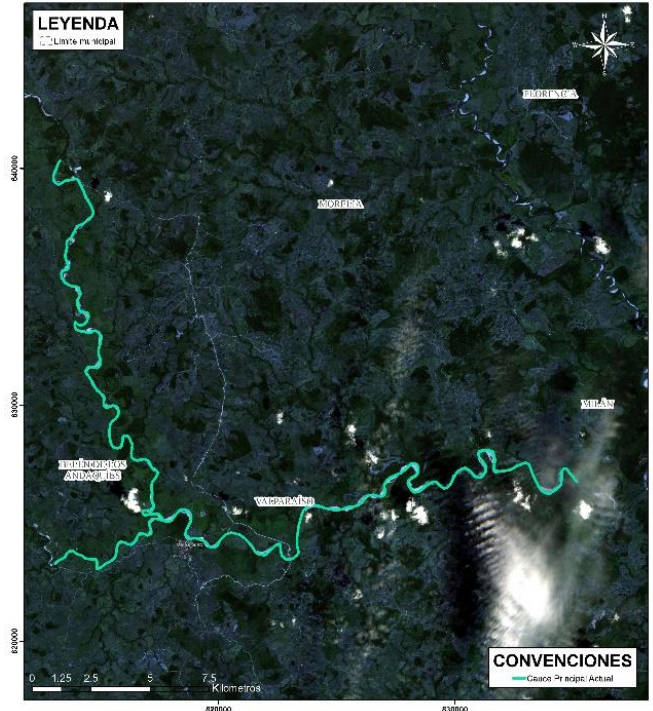
Figura 32 compara las 3 trayectorias de los cauces para los diferentes momentos, dejando en evidencia el dinamismo del sistema.

Figura 29. Cauce principal del río Pescado en jurisdicción del municipio de Valparaíso 1969



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

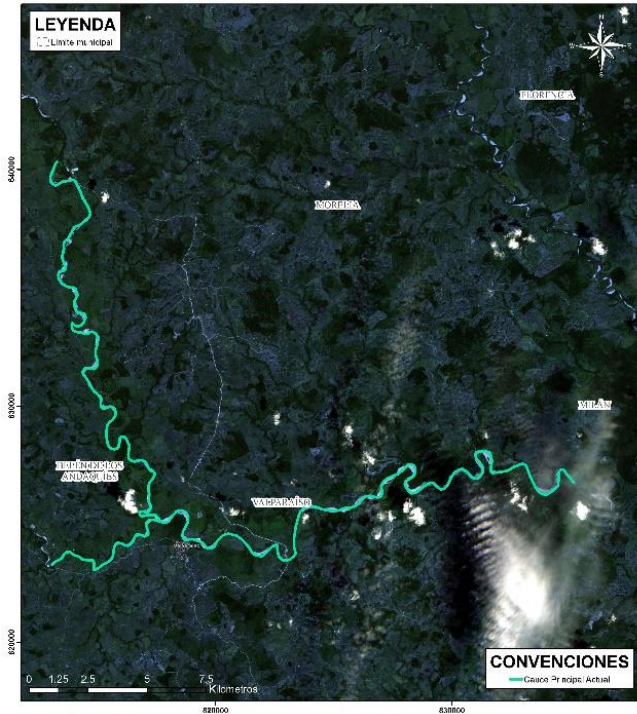
Figura 30. Cauce principal del río Pescado en jurisdicción del municipio de Valparaíso 1999



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

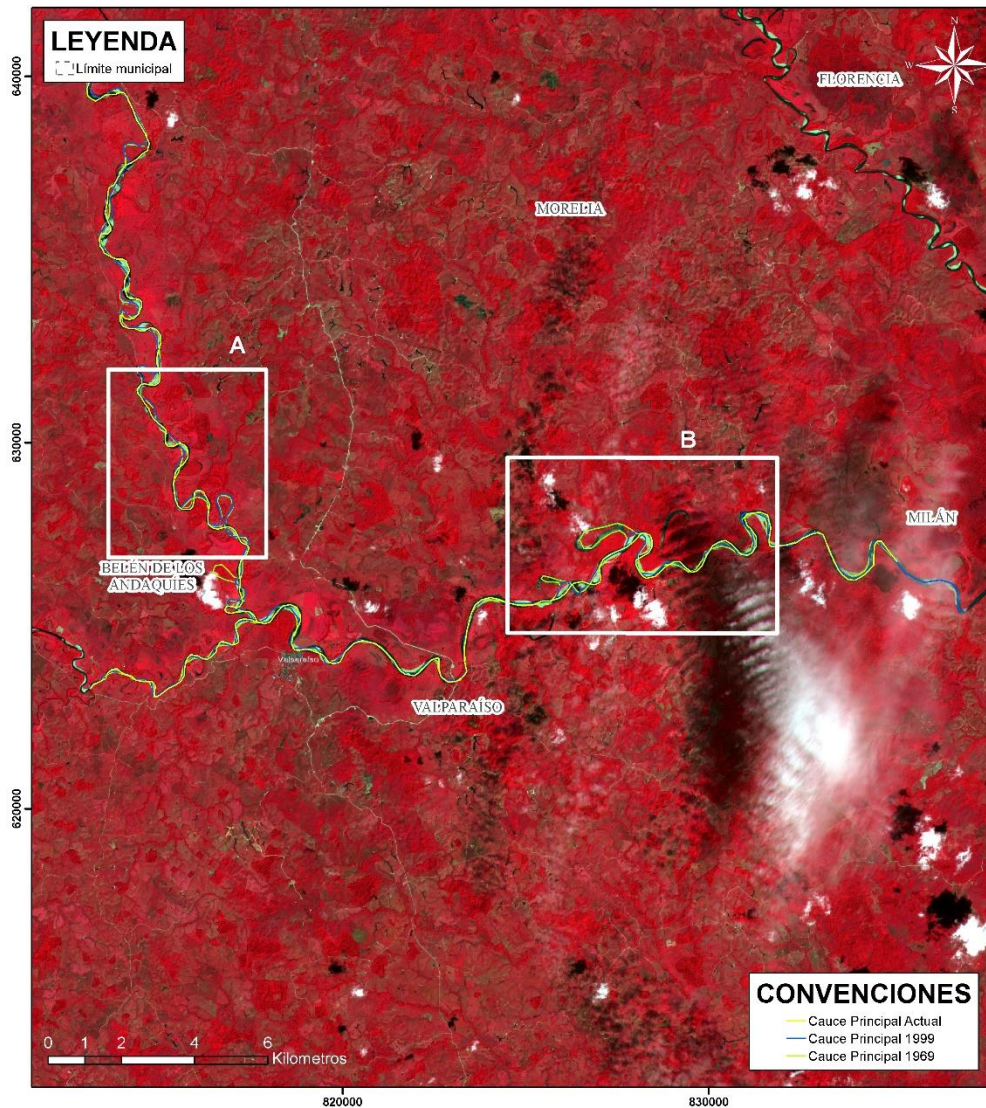


Figura 31. Cauce principal del río Pescado en jurisdicción de Valparaíso 2020



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

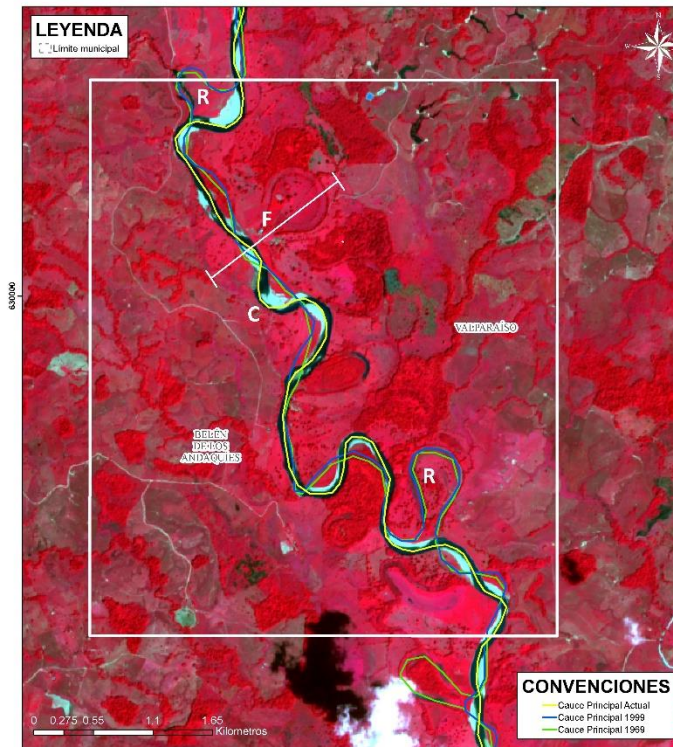
Figura 32. comparativo del cauce principal del río Pescado (1969, 1999 y 2020)



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La Figura 33 evidencia la ruptura y el abandono de 2 importantes meandros en el cauce principal del río Pescado (R). Se observa también el desarrollo y rápido crecimiento de un meandro nuevo (C) y la conformación de grandes áreas de depósito de barras aluviales. Toda esta dinámica está bien concentrada dentro de una faja (F) que alcanza fácilmente los 2.000 metros de ancha. Como rasgos adicionales se observa una gran densidad de meandros ya abandonados, los cuales conformaban parte del cauce principal del río pescado para un momento anterior a 1969.

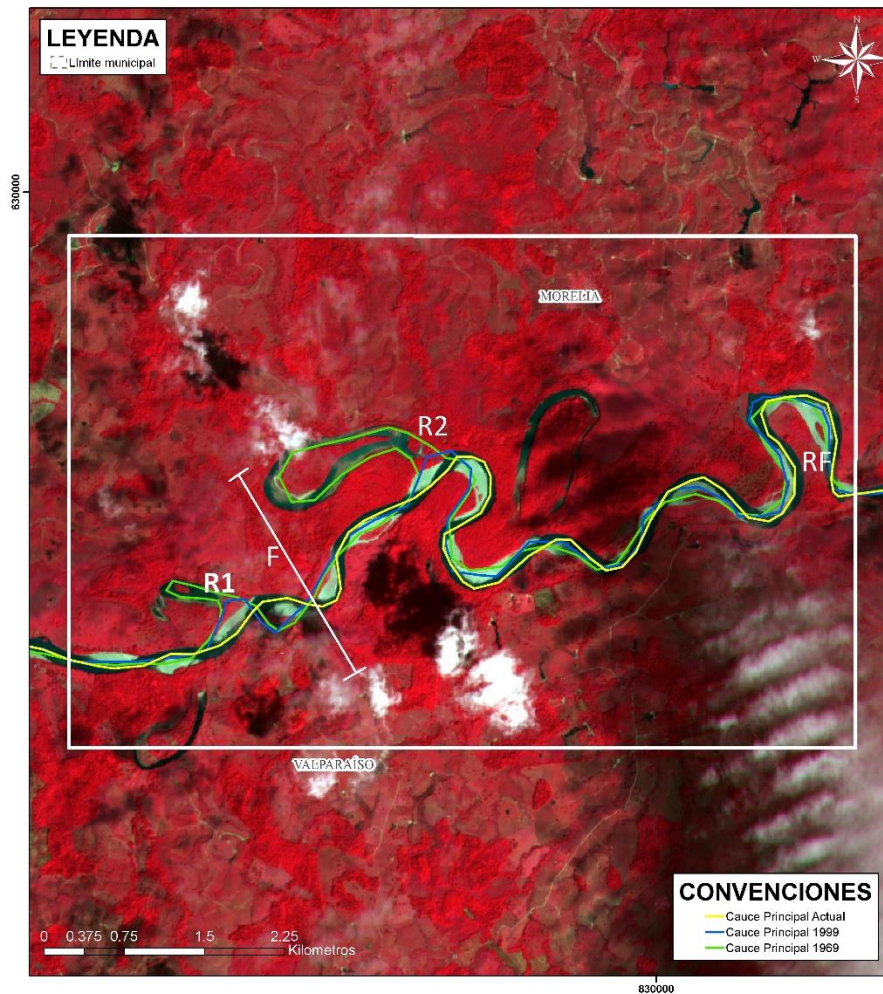
Figura 33. Sección A, comparativo del cauce principal del río Pescado en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Continuando el recorrido del río Pescado aguas abajo, es posible identificar un importante número de meandros cortados en las últimas 4 décadas, evidenciando el aumento progresivo del índice de sinuosidad del cauce, La Figura 34 relaciona un primer meandro cortado (R1), para el periodo comprendido entre 1969 y 1999 y un segundo meandro (R2) también abandonado para el mismo rango temporal . Es importante también resaltar una zona de ahorcamiento del canal, en donde de acuerdo con los patrones de comportamiento evidenciados en el sistema, se espera el rompimiento y abandono futuro de un meandro (RF). Para el área de análisis se reconoce una faja (F) de migración de meandros que supera los 2500 metros de ancho estableciéndose sobre una zona de lomas y colinas desnudadas.

Figura 34. Sección B, comparativo del cauce principal del río Pescado en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



3.3.2.4 *Eventos históricos*

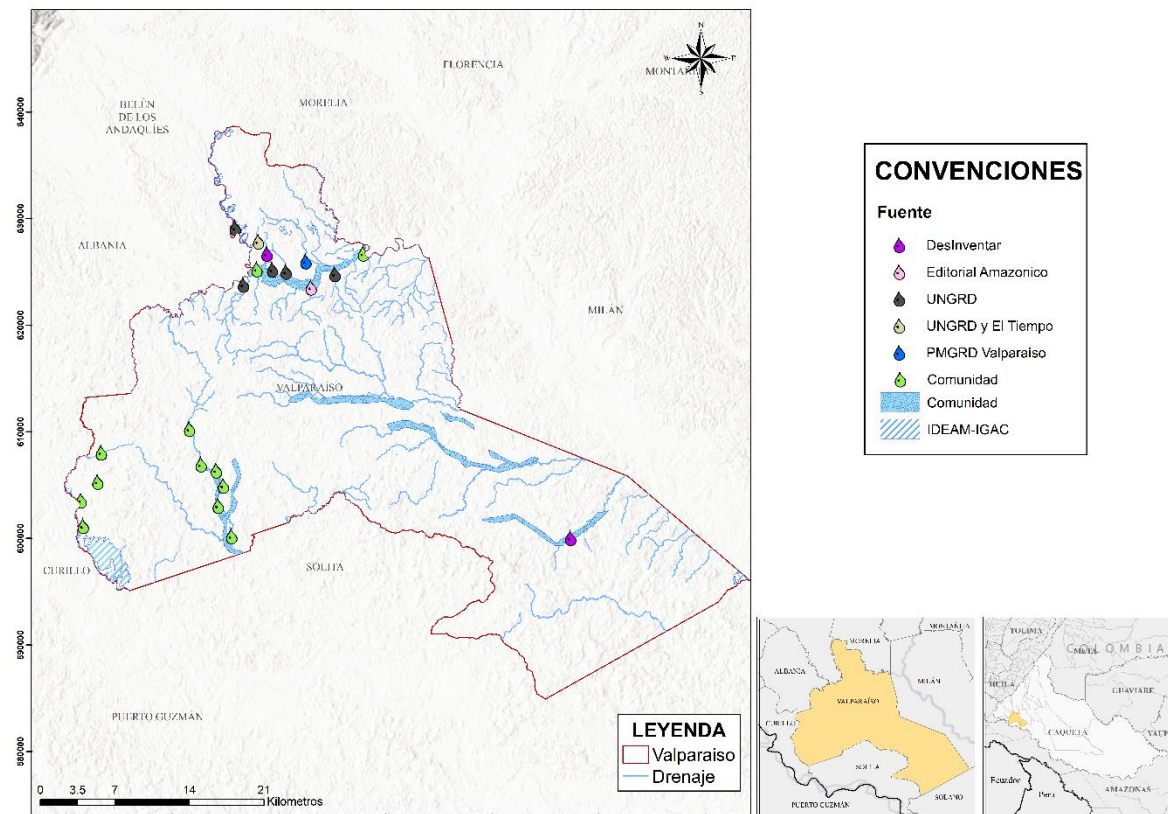
Dentro de este análisis se evalúan todos aquellos eventos que relacionen procesos de inundación, en donde se tiene el reporte de 31 eventos por inundación ya que la recopilación y tratamiento de la información histórica permite realizar un análisis de los impactos producidos por fenómenos naturales en el pasado, es por esto por lo que se desarrolla una base de datos de fenómenos históricos asociados a inundaciones, a partir de un estado del arte sobre los casos de estudio existentes para el municipio de Valparaíso

Las principales fuentes de información referentes a los eventos que se consultaron en el ámbito de este trabajo corresponden a las siguientes entidades:

- Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (Des Inventar).
- Reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- Reportes de la comunidad reportados en los talleres de diagnóstico
- Reportes en diferentes medios de comunicación

A partir de la recopilación de información se desarrolló un inventario de eventos, el cual se representa en la Figura 35. Además de esto, se toma como insumo base para el análisis de eventos históricos de inundación, un mapa de huellas hídricas escala 1:100.000 elaborado por el IDEAM para las épocas de los fenómenos de la Niña en los años 1988, 2000 y 2011 - 2012, en donde se observan aquellos sectores en los cuales se presentaron inundaciones, debido a las bajas pendientes en esta parte del área de estudio y a temporadas de lluvia, especialmente a eventos de gran magnitud.

Figura 35. Eventos históricos por inundaciones reportados para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



3.3.3 Zonificación de la amenaza por inundaciones

De acuerdo con la metodología propuesta, la zonificación final de inundación tiene en cuenta criterios geomorfológicos, morfométricos y la integración de los registros históricos de eventos recopilados de diferentes fuentes. La matriz de decisión de la Tabla 16 muestra las categorías de amenaza final junto con los criterios establecidos para cada una de ellas.

Tabla 16. Matriz de decisión para la zonificación final de amenaza por inundaciones.

Categoría	Descripción
Baja	Geoformas con drenaje moderado a bueno, cuya génesis no tiene relación con la dinámica fluvial reciente y que no cuentan con registro de eventos.
Media	Geoformas con pobre drenaje, planas a levemente inclinadas, cuya génesis está asociada a la dinámica fluvial reciente con ocurrencia de al menos un evento de inundación validado.
Alta	Geoformas mal drenadas, de superficie plana y cóncava, que permanecen encharcadas la mayor parte del año por su proximidad a cauces principales, cuya génesis está asociada a la dinámica fluvial reciente con ocurrencia de más de un evento o evidencias de inundación durante fenómenos de variabilidad climática.

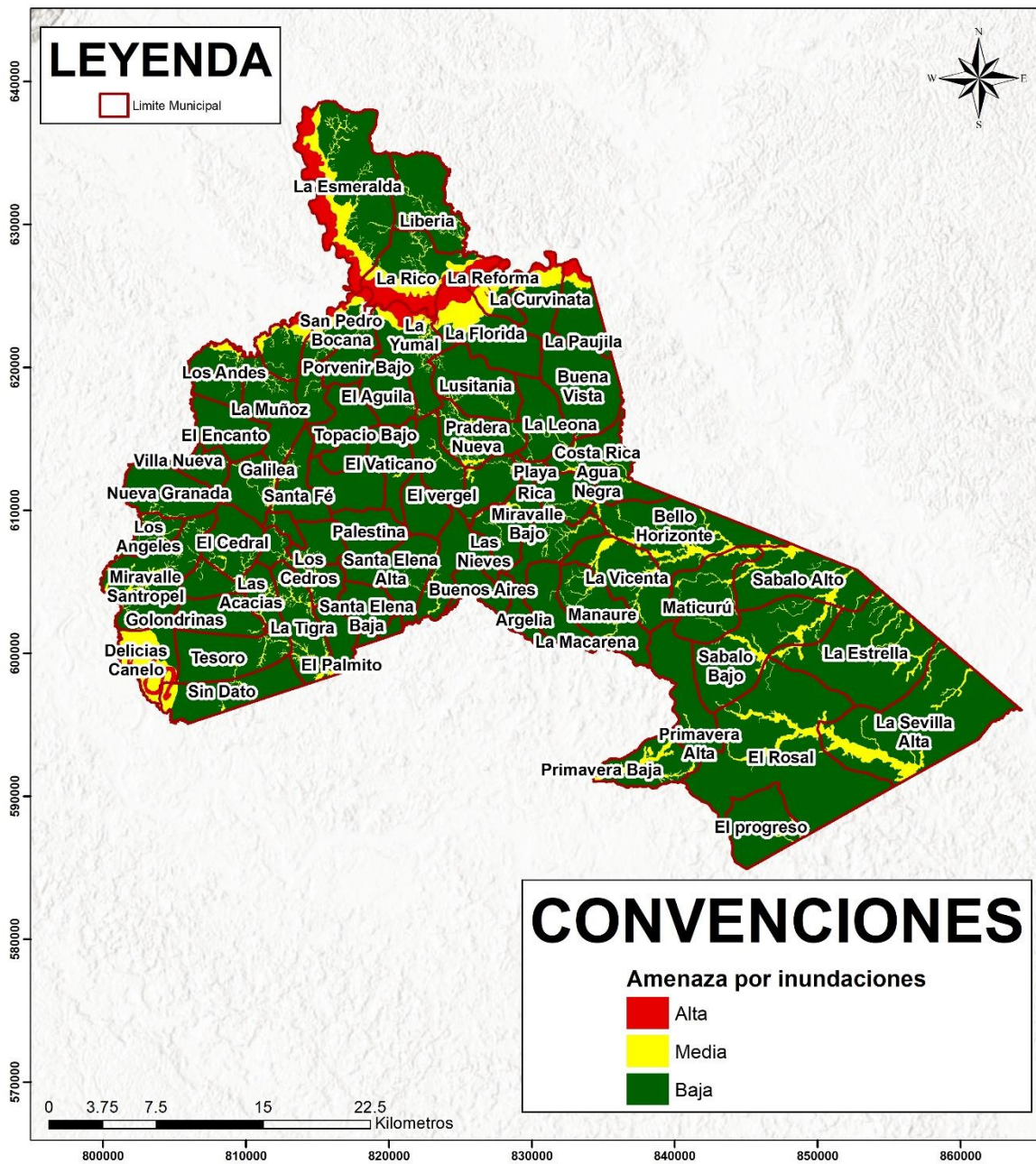
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Por último, se obtiene la zonificación final de amenaza por inundaciones para el municipio de Valparaíso (Figura 36). Registrando un total de 119190.26 Ha del territorio en amenaza baja por inundación. A su vez 12111.13 Ha del municipio están calificadas con amenaza media, distribuyéndose en los sectores aledaños a los ríos Fragua Chorroso, Pescado y San Pedro como en sus afluentes. Finalmente, 3959.51 Ha del territorio se encuentra en amenaza alta por inundaciones.

El 2.93% (3959.51 Ha) del área de estudio se encuentra en amenaza alta por fenómenos de inundaciones, especialmente en zonas cuya pendiente del terreno es baja. Puntualmente se localiza en los ríos Fragua Chorroso, Pescado, San Pedro y zonas inmediatamente próximas que enmarcan la divagación reciente de los cauces. Además, su geomorfología se caracteriza por registrar una génesis fluvial, donde destacan principalmente geoformas como albardón, cauce aluvial, y cubeta de decantación.



Figura 36. Zonificación de amenaza por inundaciones en el municipio de Valparaíso



La Figura 37 referencia una zona categorizada como de amenaza alta dada su proximidad al cauce principal del río Caquetá, en donde se registró la ocurrencia reciente de procesos de inundación para las temporadas de alta pluviosidad.

Figura 37. Zona en categoría de amenaza alta asociada al río Pescado



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Las zonas de amenaza media se encuentran distribuidos en un 8.95% (12111.13 Ha) del municipio. Esta zonificación está distribuida en sitios aledaños a los cuerpos de agua, rodeando aquellas zonas reconocidas como de amenaza alta, esta categoría se reconoce sobre zonas deposicionales distales a los cauces aluviales pero que históricamente han registrado algún tipo de evento por inundación, dentro de estas se reconocen algunos bajos con herbazales, bajos vegetados y meandros abandonado además de otras. Las veredas que se encuentran en áreas con amenaza media son Andalucía, Argentina Alta, Argentina Baja, Bello Horizonte, Buena Vista, Costa Rica Agua Negra, Delicias Canelo, El Águila, El Cedral, El Encanto, El Jardín, El Palmito, El progreso, El Rosal, El Vaticano, El vergel, Galilea, Golondrinas, La Curvinata, La Esmeralda, La Estrella, La Florida, La Leona, La Macarena, La Muñoz, La Paujila, La Reforma, La Rico, La Sevilla Alta, La Tigra, La Vicenta, La Yumal, Las Acacias, Las Nieves, Liberia, Los Andes, Los Ángeles, Los Cedros, Los Laureles, Lusitania, Manaure, Maticurú, Miravalle Alto, Miravalle Bajo, Miravalle Santropel, Nueva Granada, Playa Rica, Porvenir Alto, Porvenir Bajo, Pradera Nueva, Primavera Alta, Primavera Baja, Sábalo Alto, Sábalo Bajo, San Pedro Bocana, San Pedro Medio, Santa Elena Alta, Santa Fe, Santiago de la Selva, Tesoro.

De igual manera, las zonas definidas como de amenaza media se registran en geoformas cuyas características morfométricas y morfogenéticas no presentan eventos de inundación recurrentes, sin embargo, pueden presentar inundaciones lentas como producto de extensión lateral de eventos fuertes. La Figura 38 muestra un predio con encharcamientos catalogado como de amenaza media, el cual se extiende por las vegas de los vallecitos conformados en la disección de lomeríos.

Figura 38. Zona en categoría de amenaza media asociada a vega de vallecitos



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Finalmente, el 88.12% (119190.26 Ha) del área de estudio se encuentra en amenaza baja por fenómenos de inundaciones, y se localiza en zonas donde el relieve es quebrado y corresponde a geoformas no deposicionales como lomeríos disectados con pendientes altas, drenajes encañonados.

Estas áreas no presentan registros de eventos de inundación. Las veredas con zonas en amenaza baja son: Alto Vergel, Andalucía, Argelia, Argentina Alta, Argentina Baja, Bello Horizonte, Buena Vista, Buenos Aires, Cabecera Municipal, Costa Rica Agua Negra, Delicias Canelo, El Águila, El Cedral, El Encanto, El Jardín, El Palmito, El progreso, El Rosal, El Vaticano, El vergel, Galilea, Golondrinas, La Curvinata, La Esmeralda, La Española, La Estrella, La Florida, La Leona, La Macarena, La Muñoz, La Paujila, La Reforma, La Rico, La Sevilla Alta, La Tigra, La Unión Sincelejo, La Vicenta, La Yumal, Las Acacias, Las Mercedes, Las Nieves, Liberia, Los Andes, Los Ángeles, Los Cedros, Los Laureles, Lusitania, Manaure, Maticurú, Miravalle Alto, Miravalle Bajo, Miravalle Santropel, Nueva Granada, Palestina, Playa Rica, Porvenir Alto, Porvenir Bajo, Pradera Nueva, Primavera Alta, Primavera Baja, Sábalo Alto, Sábalo Bajo, San Pedro Bocana San Pedro Medio Santa Elena Alta, Santa Elena Baja, Santa Fe, Santiago de la Selva, Tesoro, Topacio Alto, Topacio Bajo y Villa Nueva.

En la Tabla 17 contiene el resumen de las áreas y porcentajes de acuerdo con cada una de las categorías de la amenaza por inundaciones en el municipio de Valparaíso (alta, media y baja):

Tabla 17. Relación de las áreas por categoría de amenaza

Amenaza	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Alta	3959.51	2.93%
Media	12111.13	8.95%
Baja	119190.26	88.12%
Total	135260.89	100.00%

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4 Estudio básico de amenaza por inundación en suelo urbano

El área comprendida por el municipio de Valparaíso enmarca una región muy importante de la cuenca alta y media del Río Caquetá. Este sector combina un sistema hídrico caracterizado por la presencia de cuerpos de agua lóticos, destacando entre estos los cauces principales del río Fragua Chorroso y Pescado.

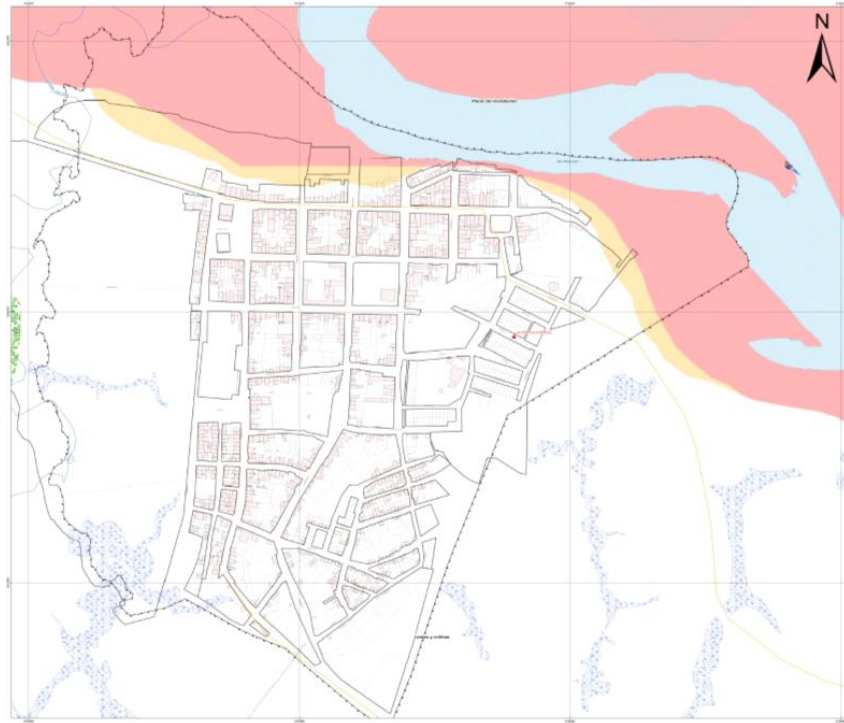
3.4.1 Estudios previos

El municipio de Valparaíso ha sido objeto de estudios e informes sobre las amenazas de origen hidrometeorológico que existen en el territorio. Dentro de los estudios, existen reportes de eventos y zonificaciones que aportan al entendimiento de la dinámica de las inundaciones lentas ocurridas en zona urbana del municipio. Dentro de los documentos recopilados se resaltan los siguientes:

Existe una zonificación por inundaciones que fue realizada por parte de CORPOAMAZONIA en el año 2015, el cual esta recopilada en el documento Identificación y Caracterización de Sitios Críticos de Amenaza Municipio de Valparaíso - Departamento de Caquetá, que muestra las afectaciones ocurridas en los barrios El Centro y El puente Pescado, la vereda La Rico (Figura 39) además de la vía que comunica el municipio de Valparaíso con Florencia debido al desbordamiento del Río Pescado en los meses de Abril y Junio (temporada invernal); así como de la quebrada el Agua Negra, que afecta la vereda Playa Rica durante los meses de Abril y Mayo, y en menor medida en los meses Octubre y Noviembre.



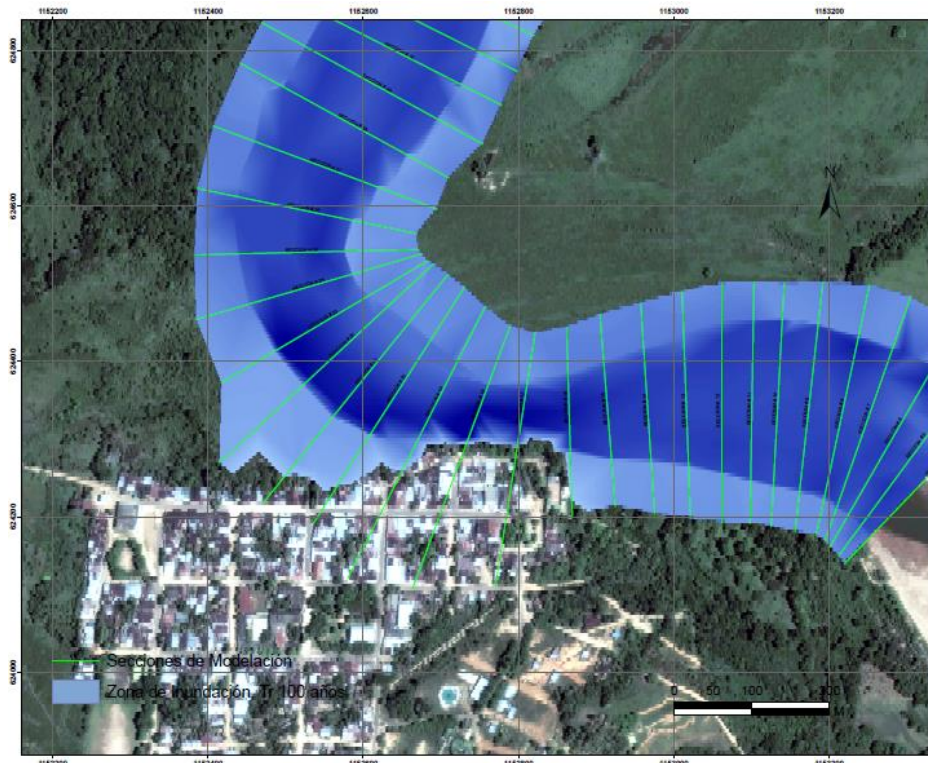
Figura 39. Zonificación de amenaza por inundaciones en el casco urbano de Valparaíso



Fuente: (CORPOAMAZONIA, 2015)

Con el fin de identificar las áreas de amenaza por inundación, se realizó un modelo hidráulico del río Pescado en inmediaciones del casco urbano de Valparaíso, por parte de la consultora FUNASOT en el año 2016. La simulación tuvo como resultado para periodos máximos > 100 años el cual presentó efectos de desborde sobre las geoformas aledañas al río Pescado como se muestra en la Figura 40.

Figura 40. Zona inundable con tiempo de retorno 100 años en el casco urbano de Valparaíso



Fuente: (CORPOAMAZONIA, 2015)

El estudio Implementación de la política de gestión del riesgo en el departamento del Caquetá realizado por Unión Temporal Gestión Del Riesgo Caquetá publicado en 2017 zonifica la amenaza por inundaciones en los municipios de Valparaíso.

3.4.2 Insumos generales

Adicional a las variables temáticas, la caracterización se apoyó y complementó con recopilación de información y estudios preliminares en la zona, métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica, todo esto a través de los siguientes insumos generales:

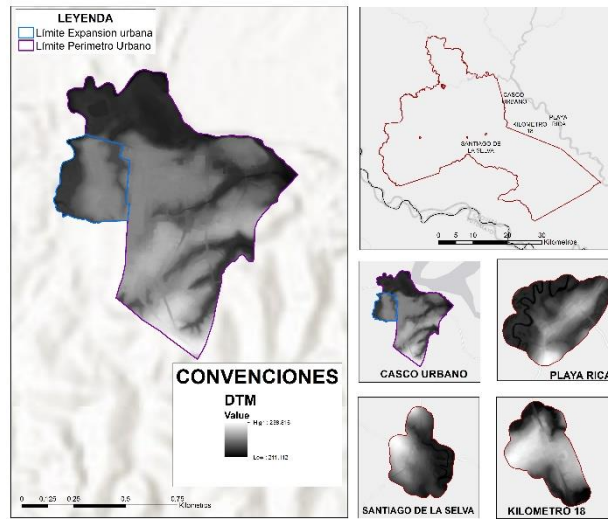
3.4.2.1 Modelo digital de terreno (DTM)

El Modelo Digital del Terreno (DTM) puede describirse como una representación tridimensional de una superficie del terreno consistente en coordenadas X, Y, Z almacenadas en forma digital. Incluye no sólo alturas y elevaciones, sino también otros elementos geográficos y características naturales como ríos, líneas de crestas, etc.

Estos archivos tipo raster son de gran importancia, ya que simbolizan matemática y visualmente los datos y valores de alturas mediante un conjunto de cotas que toman como base el nivel medio del mar. Del procesamiento de la información contenida en este insumo, se obtendrán diferentes parámetros morfométricos y geométricos como pendientes y orientaciones, los cuales nos permiten realizar caracterizaciones y cuantificaciones del relieve más certeras.

Para el casco urbano de Valparaíso y los centros poblados Playa Rica, Santiago de la Selva y el Km18, se utilizó un DTM con resolución horizontal o detalle mínimo de píxel de 0,5 metros, obtenido mediante restitución fotogramétrica (Figura 41).

Figura 41 Modelos Digitales del Terreno (MDT) para el municipio de Valparaíso.

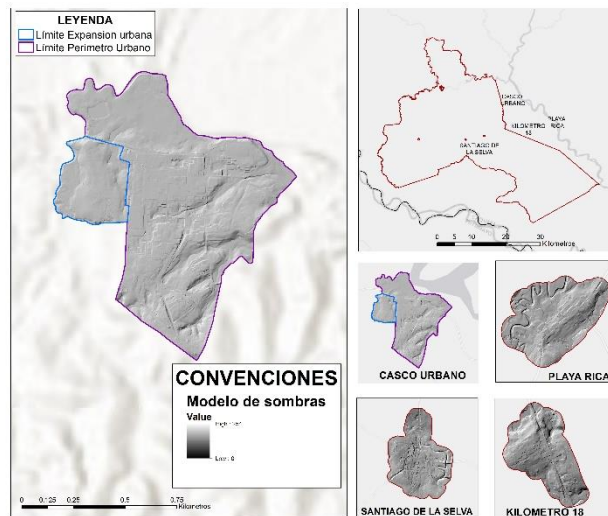


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.2.2 Modelo de sombras

A partir del modelo digital del terreno se obtiene la capa correspondiente al mapa de sombras, el cual es un modelo digital cuya función es la representación de sombras y niveles de radiación solar sobre el terreno. Mediante los Modelos Digitales de Elevación, y con ayuda de herramientas de explotación de información espacial, podemos simular este tipo de modelos dando sensación de profundidad en la geografía por medio de sombras proyectadas sobre las laderas. Estos archivos permiten mejorar la calidad visual de un archivo cartográfico asignando valores de claridad a cada píxel dependiendo del ángulo solar de incidencia, de ahí que veamos perfectamente la geografía como si el Sol incidiera en uno de los laterales de las laderas generándose sombras en el lado contrario. Este modelo muestra sombras entre un lado y otro de las laderas del territorio, pero en ningún momento es un mapa de orientación de laderas (basado en direcciones respecto a los puntos cardinales). La Figura 42 muestra los modelos de sombras usados para el casco urbano de Valparaíso y los centros poblados Playa Rica, Santiago de la Selva y el Km18.

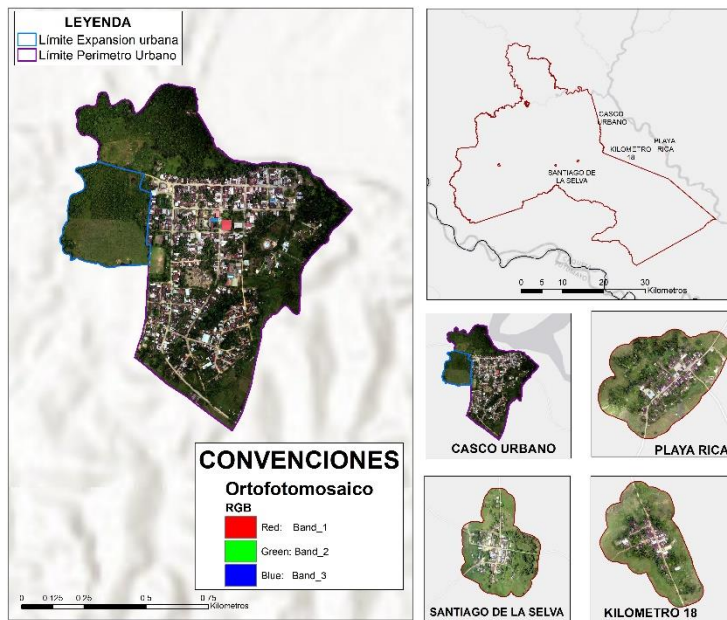
Figura 42. Modelos De Sombras para el municipio de Valparaíso.



3.4.2.3 Orto fotografía

La ortofoto es una imagen fotográfica del terreno, cuya proyección central ha sido transformada en una proyección ortogonal, eliminando así las distorsiones planimétricas causadas por la inclinación de la cámara aérea y al desplazamiento debido al relieve. De este modo se elimina la variación de escala existente en el fotograma no rectificado y se obtiene una escala única y exacta para toda la superficie de la ortofoto, la transformación de una proyección central a otra ortogonal se realiza mediante el procedimiento llamado rectificación (Madeleine, 2014). La Figura 43 las Ortofotografías usadas para el casco urbano de Valparaíso y los centros poblados Playa Rica, Santiago de la Selva y el Km18 cuya resolución espacial corresponde a 0,05 m.

Figura 43. Ortofotografías para el municipio de Valparaíso.



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.3 Descripción metodológica

En este capítulo se encontrará el análisis de la amenaza por inundaciones para el casco urbano del municipio de Valparaíso y sus centros poblados: Santiago de la Selva, Kilometro 18, Playa Rica. Para esta zonificación se hace uso de un ortofotomosaico con una resolución de 5 cm por píxel y un DTM con una resolución de 50 cm por píxel, en donde a partir de este se obtiene un mapa de sombras, además de fotografías áreas históricas.

Con los insumos mencionados anteriormente se realiza el análisis geomorfológico con un alto grado de detalle permitiendo determinar con exactitud las geoformas presentes en las áreas urbanas del municipio a escala 1:5000, en donde se identifican las geoformas susceptibles a presentar eventos por inundación. Asimismo, se integró la identificación, localización y análisis de los eventos históricos reportados en el sector, la información social recolectada en los procesos de participación ciudadana, el análisis multitemporal y la validación de estos registros con información de campo recopilada durante el desarrollo de la fase de diagnóstico.

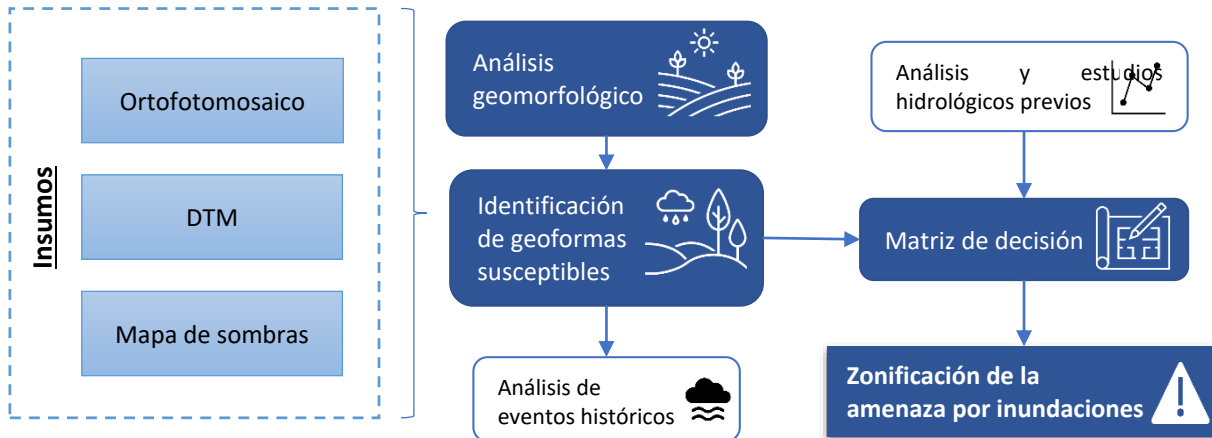
Además de realizar un análisis hidrológico, evaluando las precipitaciones máximas en 24 horas con el fin de identificar eventos máximos que puedan detonar las inundaciones y los datos de precipitación máximas mensuales para poder relacionar la temporalidad de los eventos registrados.

Finalmente, teniendo el análisis y caracterización de las geoformas a partir de una matriz de decisión se realiza la categorización de las zonas en amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Valparaíso y sus centros poblados, siendo este un análisis de tipo geomorfológico - histórico; obteniendo una zonificación en tres



niveles jerárquicos de amenaza (Alto, Medio y Bajo), todo esto de acuerdo con los parámetros establecidos por el Decreto 1807 de 2014 en su artículo 9°.

Figura 44. Metodología implementada para la zonificación de la amenaza en área urbana y centros poblados, escala 1:5.000



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.3.1 Eventos históricos

3.4.3.1.1 Reporte de eventos históricos

La recopilación de información que sirvió de base para la identificación y localización de las zonas inundables e históricamente inundadas se abordó a partir de: los registros oficiales de eventos e información especializada (información secundaria) emitida por diversas fuentes nacionales, regionales y locales, la información recolectada a través de los procesos de participación ciudadana que permitió la identificación por parte de la comunidad de las zonas que han sufrido afectaciones por inundaciones y las observaciones logradas en campo por parte del equipo profesional.

Los fenómenos localizados y evaluados para este sector fueron limitados ya que solo se cuenta con los eventos suministrados por la comunidad, los cuales afectan al caso urbano y al centro poblado de Playa Rica (Tabla 18 y Figura 45)

Los eventos históricos y registros de inundaciones son un factor importante a la hora de identificar la amenaza, pues estos reflejan las zonas más susceptibles y propensas a este tipo de fenómenos y de igual manera los posibles alcances de la línea base de inundación para eventos futuros.

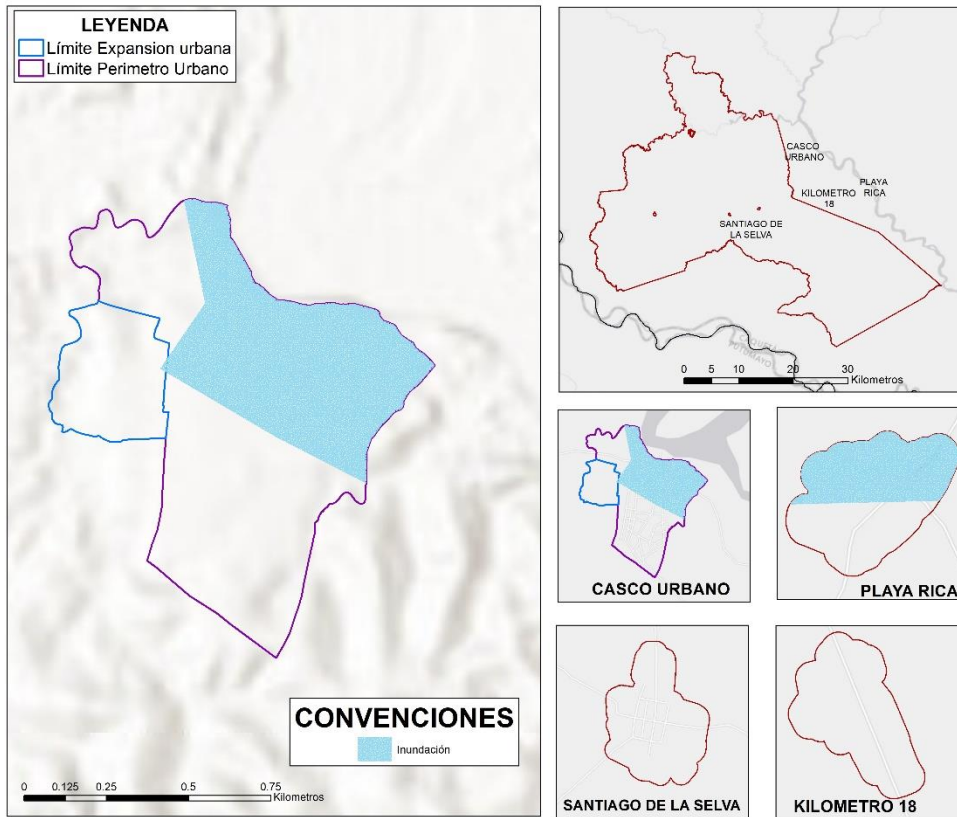
Tabla 18. Eventos históricos por inundaciones en el casco urbano

	Fuente	Año	Fuente hídrica asociada al evento
1	Comunidad	2019	Río Pescado y quebrada Maticurú

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Estos eventos están asociados al crecimiento del nivel del río Pescado y la quebrada Maticurú en donde la comunidad reporta la ocurrencia de estos eventos anualmente, afectando las viviendas y establecimientos comerciales.

Figura 45. Eventos históricos por inundación registrados en el casco urbano del municipio de Valparaíso y los centros poblados Santiago de la Selva, Kilometro 18 y Playa Rica



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.3.2 Análisis multitemporal

Para la identificación de las geoformas y áreas que representan algún grado de peligrosidad en cuanto a eventos de inundación por desbordamiento del cauce principal, rompimiento de canal o socavación de la llanura inundable, se realiza una interpretación en varias temporalidades a partir de la información procesada de sensores remotos, esto con el fin de reconocer los patrones de evolución del cauce principal del río pescado en proximidad al casco urbano del municipio de Valparaíso.

En la Tabla 15 se observa la información referente a cada escena de imágenes interpretadas y la temporalidad asociada a estas.

Tabla 19. Imágenes interpretadas.

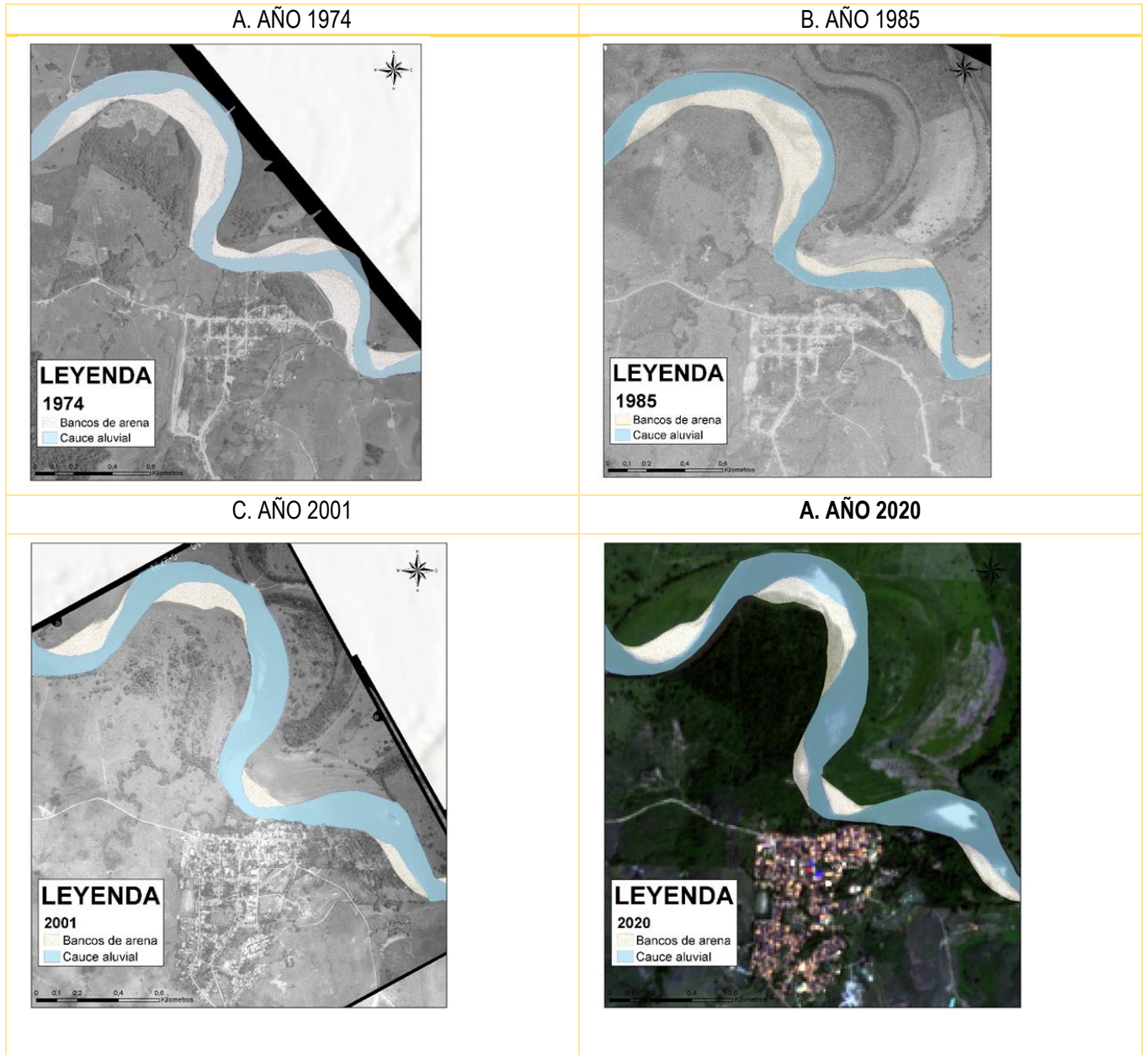
Año	Sensor
1974	Fotografías aéreas IGAC
1885	Fotografías aéreas IGAC
2001	Fotografías aéreas IGAC
2020	Sentinel 2

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Se realizó una interpretación en 4 momentos históricos distintos del cauce principal del río Pescado en proximidad al casco urbano del municipio de Valparaíso, con el fin de reconocer los cambios recientes en la configuración

geométrica del sistema y los patrones de cambio como base para entender la evolución y actividad futura de los elementos principales del cauce aluvial, pues a esto podrán ser asociadas zonas de amenaza por inundación y socavación. Para tal objetivo se analizaron imágenes en 4 momentos: 1974 (fotografías aéreas IGAC), 1985 (Fotografías aéreas IGAC), 2001 (fotografías aéreas IGAC) Y 2020 (imagen del satélite sentinel 2). Ver Figura 46.

Figura 46. Análisis multitemporal de la dinámica del río Pescado en el sector de la cabera municipal de Valparaíso.

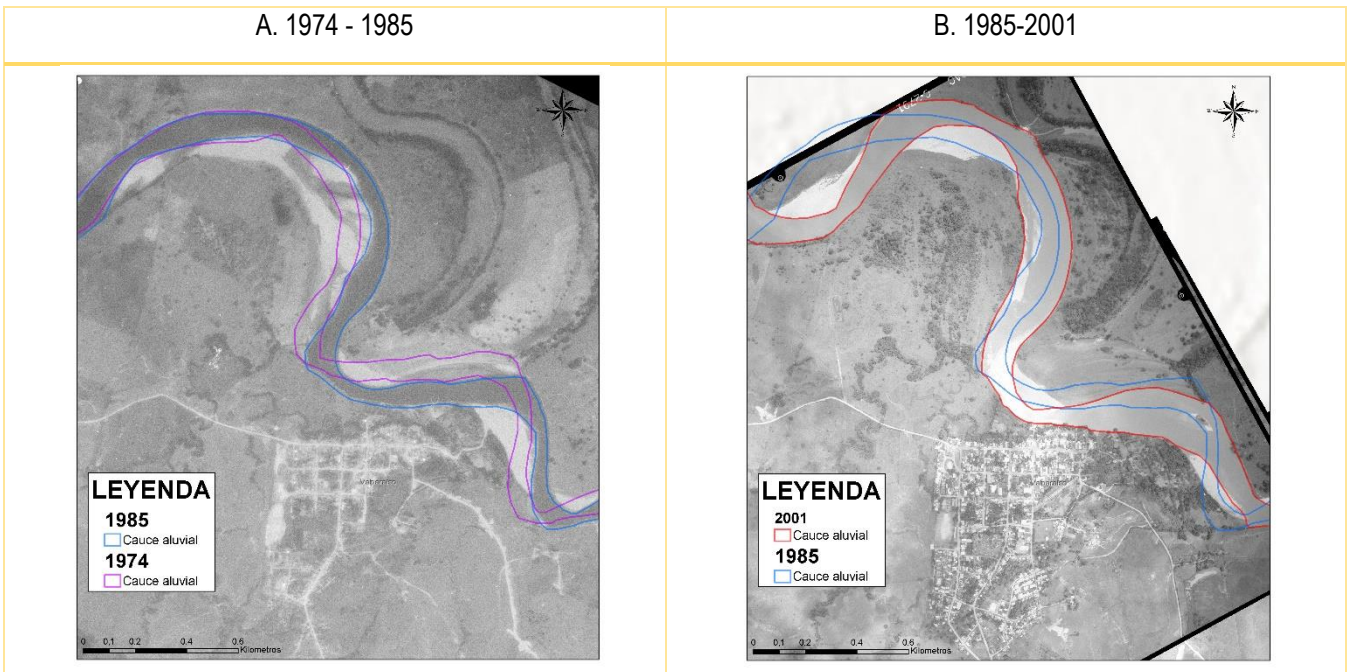


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La Figura 47 A muestra el comparativo sobrepuesto del cauce principal identificado en el año 1985 con el del año 19974, como aspecto general se identifica una migración de gran parte del sistema, además del considerable aumento de las zonas de depósito en el área interna de los meandros. Reconociendo una amplitud de meandros de 900 metros en promedio además de importantes zonas de depósito de bancos de arena asociados los perímetros cóncavos o internos de las sinuosidades.

La Figura 47 B compara la geometría del sistema fluvial interpretada para el 2001 con la identificada en 1985, es importante notar la evolución continua del sistema, en donde se relaciona una disminución relativa en la longitud de los meandros, el aumento significativo de las zonas de depósito y la socavación y migración del cauce principal, resaltando entre estos el meandro más próximo al casco urbano del municipio de Valparaíso.

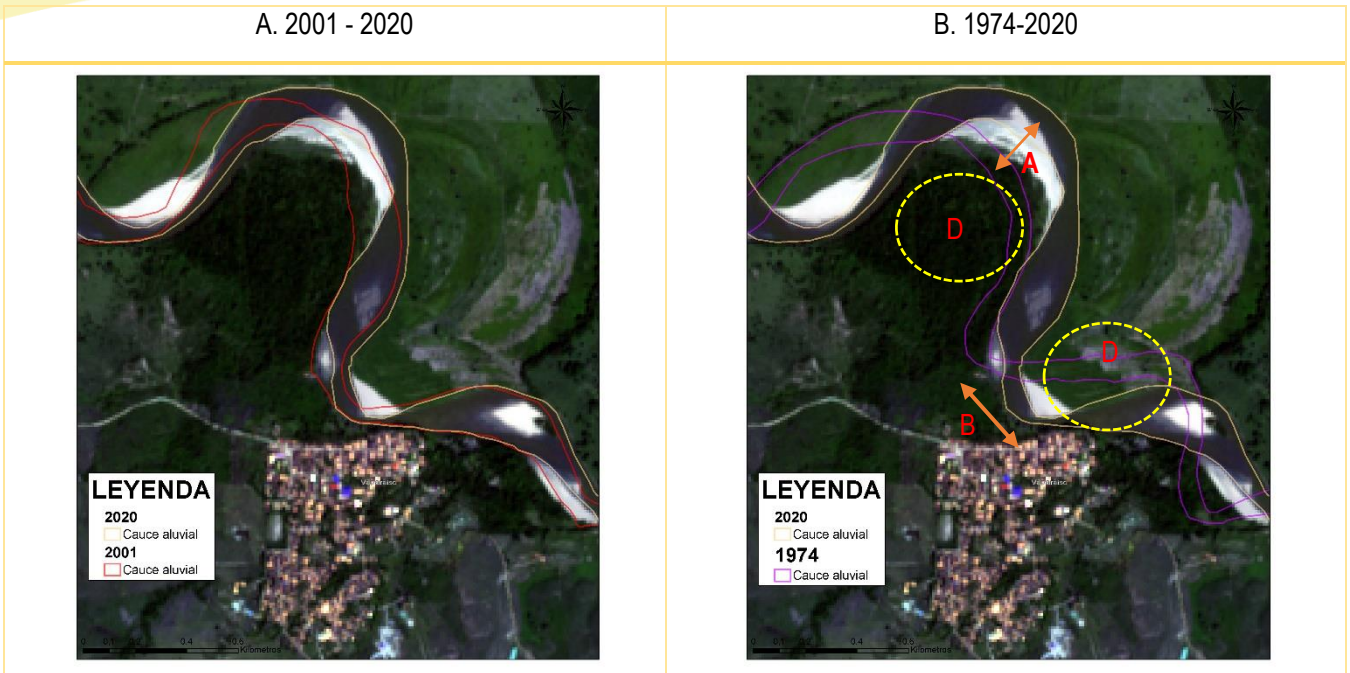
Figura 47. geometría del sistema meándrico interpretado para los años 1974 - 1985 y 1985 - 2001.



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La tendencia de migración del sistema continúa bajo los mismos patrones en las últimas dos décadas (ver Figura 48 A), en donde se evidencia nuevamente la disminución de la longitud de los meandros y el aumento en la amplitud del sistema, es evidente también la sobresaliente migración del meandro más próximo al municipio de Valparaíso, el cual ahora se encuentra en inmediatez a la infraestructura del casco urbano, representando un inminente peligro en lo que asocia a procesos de socavación e inundación por desborde del canal. Finalmente la Figura 48 B contrasta el cambio en la configuración geométrica del canal principal en el rango temporal 1974 – 2020, donde se resalta la ampliación del sistema (A) de aproximadamente 250 metros y una migración (B) de alrededor de 300 metros de uno de los meandros más importantes y con mayor proximidad al casco urbano, además de la configuración de grandes zonas de depósito de material en los márgenes internos de las sinuosidades (C).

Figura 48. geometría del sistema meándrico interpretado para los años 2001 - 2020 y 1974 - 2020.



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

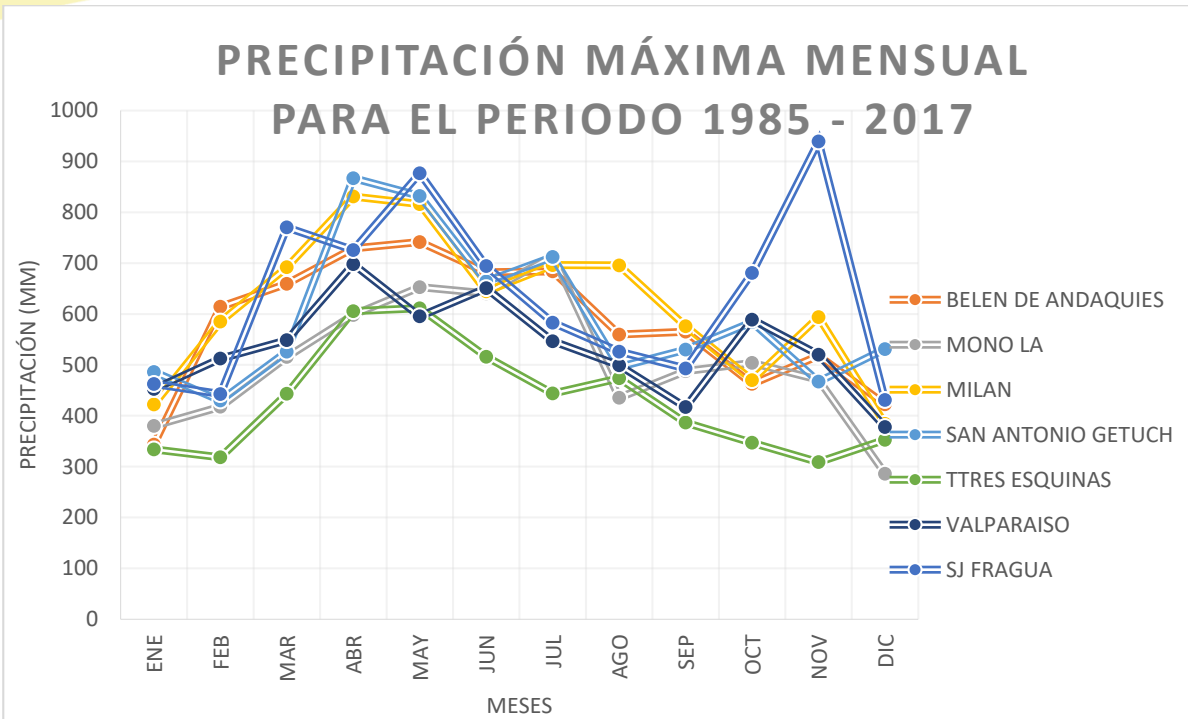
3.4.3.3 Análisis hidrológico

3.4.3.3.1 Régimen de precipitación

3.4.3.3.1.1 Precipitación máxima mensual

Para el análisis de la precipitación máxima mensual en el municipio de Valparaíso, se retomaron los registros presentados para las estaciones Belén de los Andaquíes, Mono La, Milán, San Antonio Getuch, Tres Esquinas, Valparaíso y SJ Fragua, esta última concentra los registros más altos de precipitaciones máximas mensuales para el área de influencia, correspondientes a 876,7 mm y 939,2 mm en los meses de mayo y noviembre respectivamente. Para la segunda época de lluvias (meses de octubre y noviembre) si bien se presenta el valor más alto de precipitaciones en la estación SJ Fragua, en el resto de las estaciones se registran valores menores a los 600 mm, mientras que en el primer pico de aumento de la pluviosidad (abril-mayo), se evidencia una homogeneidad en los máximos mensuales para todas las estaciones analizadas. Es importante mencionar, que en los meses donde se presentan los valores más altos de precipitación, se dará una mayor probabilidad de ocurrencia de fenómenos asociados a inundaciones de tipo fluvial (por desborde de los principales cauces aluviales) y pluvial (por encharcamiento en zonas pobremente drenadas).

Figura 49. Precipitación máxima mensual (mm)



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.3.3.1.2 Precipitación máxima en 24 horas

La precipitación máxima en 24 horas según la define el IDEAM (2015), es la precipitación ocurrida entre las 07 horas de un cierto día y las 07 del día siguiente, periodo que se denomina día pluviométrico y que representa la cantidad máxima de lluvia ocurrida en un día. A partir de las cantidades diarias se calcula las máximas mensuales y de la serie histórica de máximas mensuales se deduce las máximas absolutas. Esta variable permite medir la intensidad y duración de un aguacero y es constantemente monitoreada debido a que precipitaciones altas podrían ocasionar inundaciones u otros fenómenos naturales como movimientos en masa, que afectan la estructura y composición del suelo y generando pérdidas ambientales, económicas y sociales.

3.4.3.3.1.2.1 Análisis de Frecuencia de Precipitación máxima en 24 horas.

A partir de las series anuales de precipitación máxima en 24 horas, se realizó un análisis estadístico de las series de máximos absolutos utilizando la distribución de probabilidad Gumbel, que se calcula a través de la expresión:

$$X_T = \bar{X} + (S * K_T)$$

Donde

X_T : Magnitud del evento relacionado a un periodo de retorno T .

\bar{X} : Media de los n valores de la serie.

S : Desviación estándar de la serie.

K_T : Factor de Cambio en función del periodo del retorno.

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right]$$

Donde

T : Periodo de retorno.

Los resultados de precipitación para diferentes periodos se calcularon a través de distribución, Gumbel. La Tabla 20 expone los valores de precipitación máxima obtenida para diferentes periodos de retorno en las estaciones próximas al área de estudio

Tabla 20. Valores de precipitación máxima a diferentes periodos de retorno

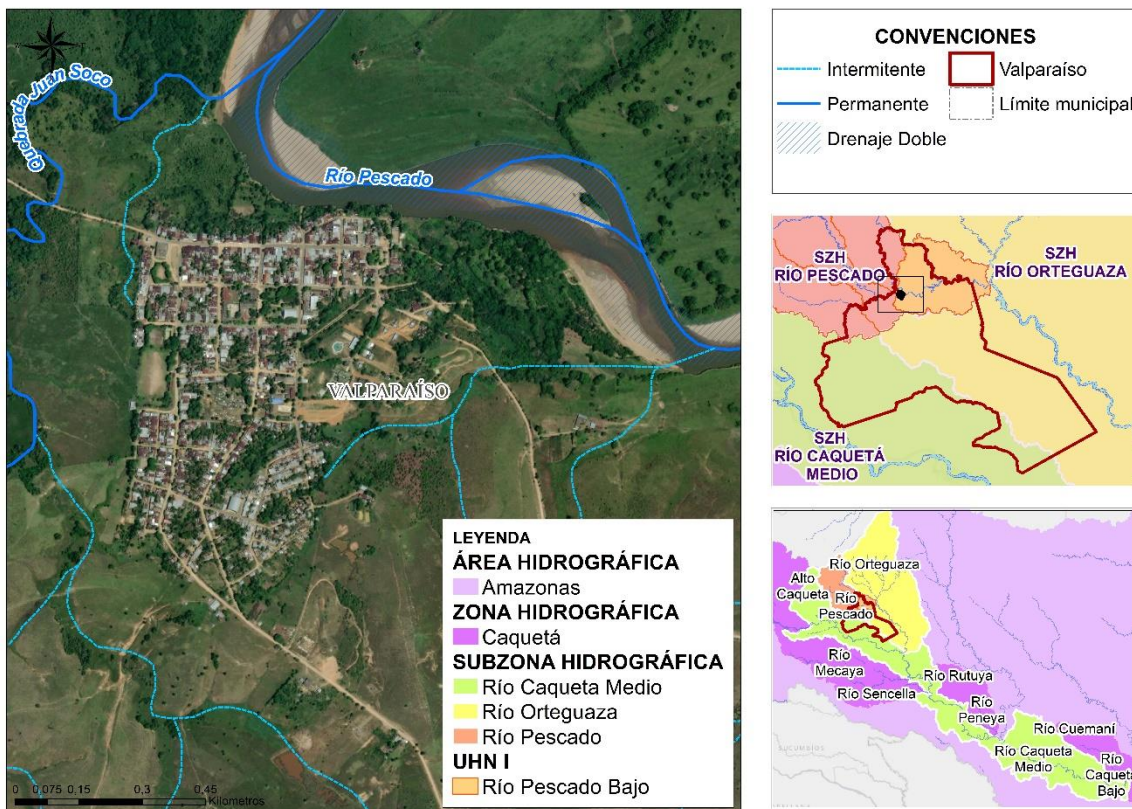
Estación	Precipitación Máxima (mm /día) Periodos de retorno						
	2	5	10	25	50	100	500
Milán	60.1	72.4	80.5	90.7	98.3	105.8	123.2
Mono La	32.7	72.7	99.1	132.5	157.3	182.0	238.8
San Antonio	99.5	126.8	144.9	167.8	184.7	201.6	240.5
San José de Fragua	37.9	83.8	114.3	152.7	181.2	209.5	274.9
Tres esquinas	36.5	68.1	88.9	115.3	134.9	154.3	199.2
Valparaíso	31.3	78.9	110.3	150.1	179.6	208.9	276.6
Belén de los Andaquíes	59.9	73.0	81.6	92.5	100.6	108.6	127.2

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.3.3.2 Caracterización del sistema hídrico

La cabecera municipal de Valparaíso se ubica completamente dentro de la subzona hidrográfica del Río Pescado, en la Unidad Hidrográfica de Nivel I Río Pescado Bajo, limitando al noreste con este río, el cual atraviesa la parte norte del municipio y recibe cerca del casco urbano el agua de la Quebrada Juan Soco, que atraviesa y limita de sur a norte el costado oeste del área urbana, en donde recibe por lo menos tres drenajes intermitentes los cuales no cuentan con nombre definido, tal y como se presenta en la Figura 50.

Figura 50. Sistema hídrico natural de la cabecera municipal de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.3.4 *Análisis de las geoformas susceptibles a sufrir fenómenos de inundación*

3.4.3.4.1 *Formas del terreno*

Para el análisis geomorfológico de la cabecera municipal y los centros poblados Kilómetro 18, Playa Rica y Santiago de la Selva del municipio de Valparaíso, se caracterizó morfológicamente el área a una escala 1:5.000, resaltando aquellas asociadas a procesos fluviales, puesto que estas pueden llegar a presentar eventos de inundaciones asociados a corrientes súbitas que pueden llegar a causar desbordes. Dichas geoformas se consideran más susceptibles a eventos de inundación.

En esta caracterización se identificaron los procesos morfodinámicos que predominan en las geoformas susceptibles a eventos de inundación, la suma de estos procesos y la interacción geológica, morfométrica, y climática con fuerzas endógenas y exógenas moldean el terreno, generando unas características texturales y geométricas específicas para cada geoforma identificada (Tabla 21 y



Figura 51).

Tabla 21. Formas del terreno susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Valparaíso y sus centros poblados

Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
Lomerío	Denudacional	Depresión	Bajo con herbazales	Ldbh	Superficie plano cóncava y ovalada, en la cual se presentan condiciones de acumulación de agua, convirtiéndose en pequeñas zonas húmedas con altos contenidos de arcillas y presencia de coberturas de tipo herbazales.
			Bajos vegetados	Ldpbv	Representa una superficie plano cóncava y ovalada, con situaciones de acumulación de agua, generando pequeñas zonas húmedas donde se depositan arcillas y presencia de coberturas vegetales.
	Deposicional	Vallecito	Vega de vallecito	Lvv	Corresponde a la porción de tierra más baja del vallecito en el paisaje de lomerío, la cual bordea ambos márgenes de la corriente principal, es frecuentemente inundable.
			Cauce aluvial	Lvca	Canal aluvial de forma irregular formado por la excavación y erosión de las corrientes, con pendientes planas a suavemente inclinadas, que se encuentran sobre el paisaje de lomerío.
			Sobrevega	Lsv	Corresponde a una topografía plano-cóncavo, de pendiente ligeramente plana, mal drenada, se encuentra ubicada hacia el margen de la vega de forma discontinua. Se originan debido a la acumulación longitudinal de sedimentos medios y finos durante las crecientes súbitas y el aporte lateral de material aluvio-coluvial, siendo ligeramente más alta que la vega.
			Napa de desborde	Lvnd	Corresponde a la zona con topografía rectilineocóncavo, de forma irregular, con extensión corta a larga, y pendiente ligeramente inclinada, se forman debido a procesos de sedimentación que ocurren después de un evento de inundación, debido a que la lámina de agua temporal permite la acumulación de sedimentos.
Valle	Deposicional			Vpica	



Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
		Plano de inundación de río meándrico activo	Cauce aluvial		Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes, con superficies de pendientes planas a suavemente inclinadas.
			Cubeta de decantación	Vpicd	Hace referencia a la zona más baja del plano de inundación, su topografía es plano cóncava favorece el estancamiento de aguas de desborde y corrientes intermitentes tributarias, lo que facilita la decantación de partículas finas como los limos y arcillas.
			Abanico de desborde	Vpad	Son superficies formadas por el flujo producido por la ruptura en este caso del complejo de orillares, principalmente en los eventos de inundación.
			Complejo de orillares	Vpico	Corresponde a un depósito de materiales aluviales de perfil topográfico ondulado, localizado hacia la orilla interna de los meandros, están asociados con la divagación del cauce en el plano de inundación, que origina una sucesión de capas de aluviones.
			Meandro abandonado	Vpima	Son zonas con un perfil topográfico cóncavo, de forma arqueada y alargada, pueden encontrarse abierto o cerrado, con forma de herradura, hace referencia a un antiguo segmento curvo de un cauce aluvial, que fue abandonado y desconectado. Predominan procesos de inundación por eventos externos y colmatación de sedimentos finos.
			Vega de vallecito	Vpiv	Corresponde a superficies con un perfil topográfico plano-cóncavo, ubicados en la posición más baja del valle, caracterizados por tener una forma alargada y estrecha, con contorno sinuoso y pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada.
			Napa de desborde	Vpind	Son zonas de transición entre el albardón y la cubeta, formada por la acumulación de sedimentos de granulometría mediana en los que prevalecen los limos.

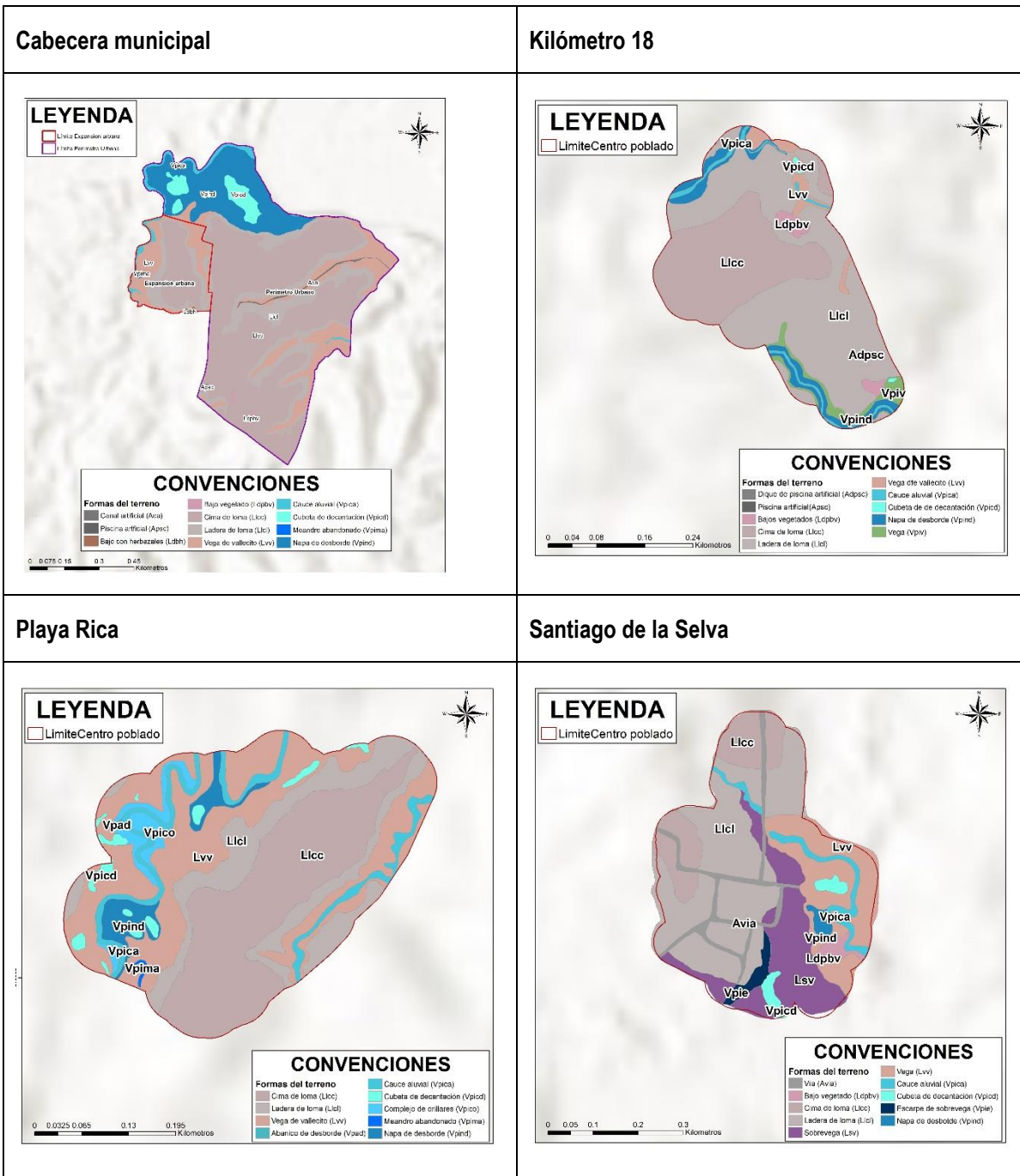


Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
Antrópico	Antrópico	Canal artificial	Canal artificial	Aca	Canales construidos por dragado o remoción de los primeros horizontes de suelo con el fin de rectificar los cauces y la escorrentía superficial
		Piscina	Dique de piscina artificial	Adpsc	Hace referencia a estructuras locales sobresalientes y cerradas capaces de contener volúmenes de agua, están conformadas por material heterogéneo y suelo removido de las zonas más próximas a estas.
			Piscina artificial	Apssc	Corresponde a los cuerpos de agua acondicionados artificialmente para usos piscícolas o de contención y almacenamiento de agua.

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



Figura 51. Figuras geomorfológicas identificadas para la cabecera municipal y centro poblados Kilómetro 18, Playa Rica y Santiago de la Selva del municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



3.4.3.4.2 Identificación de geoformas susceptibles

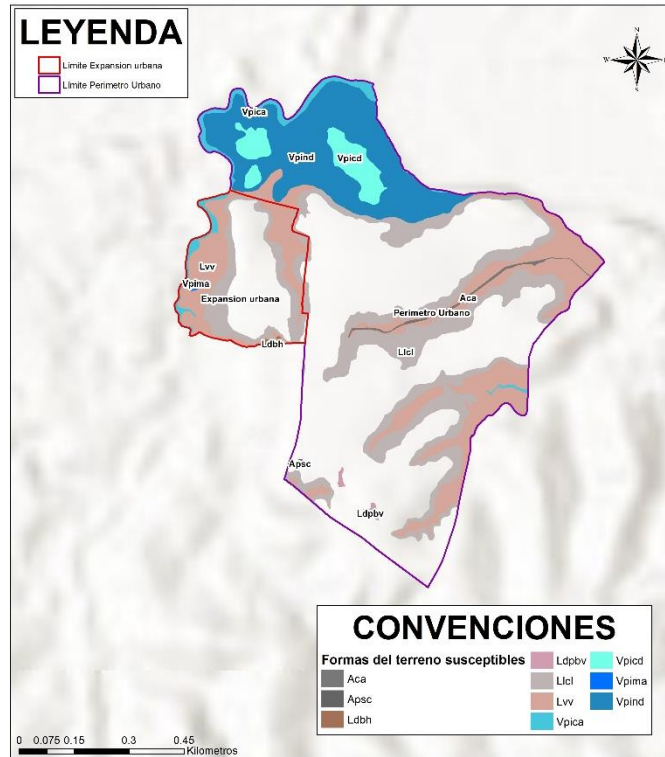
A partir de la caracterización geomorfológica, se priorizaron aquellas geoformas de origen fluvial que pudiesen estar asociadas a procesos de inundación, puesto que, al encontrarse en zonas de pendientes suaves a planas, la susceptibilidad a que se presenten inundaciones es mayor, además de que estas pueden durar un lapso mayor, algunas geoformas se diferencian por el paisaje en el cual se encuentran ubicadas (Tabla 21). Para la cabecera municipal de la cabecera municipal de Valparaíso, las geoformas susceptibles se asocian al cauce aluvial (Vpica), él se encuentra bordeando la cabecera desde el suroeste hacia el noreste, las geoformas relacionadas a este cauce corresponden a meandro abandonado (Vpima), napa de desborde (Vpind), cubeta de decantación (Vpicd), bajo con herbazales (Ldbh) y bajo vegetado (Ldpbv); adicional a estas se encuentran geoformas de piscina (Apsc) y dique artificial (Adpsc) que se consideran igualmente susceptibles a inundaciones, a esta última se encuentran asociada la geoforma vega de vallecito (Vpiv)(Figura 52).

Hacia el sur del centro poblado Kilometro 18 se caracterizaron las geoformas cauce aluvial(Vpica), napa de desborde, vega de vallecito y cubeta de decantación, y en el norte de este, asociadas a otro cauce aluvial se identificaron las geoformas napa de desborde (Vpind), vega de vallecito (Vpiv) y cubeta de decantación (Vpicd), las cuales por su origen fluvial cuentan un factor de mayor susceptibilidad a inundaciones (Figura 53). En el centro poblado Playa Rica, se caracterizaron geoformas asociadas a dos cauces aluviales, el primero se localiza hacia el occidente y con este se asocian geoformas susceptibles de vega de vallecito (Vpiv), cubeta de decantación (Vpicd), meandro abandonado (Vpima), complejo de orillares (Vpico), abanico de desborde (Vpad) y napa de desborde (Vpind), mientras que el segundo cauce, ubicado en el oeste del centro poblado sólo tiene asociada la geoforma vega de vallecito (Vpiv) (Figura 54).

Finalmente, el centro poblado Santiago de la Selva, cuenta con geoformas susceptibles asociadas a un cauce que atraviesa el centro poblado en sentido noroeste – sureste, dichas geoformas corresponden a vega de vallecito (Vpiv), cubeta de decantación (Vpicd), napa de desborde (Vpind) y bajo vegetado (Ldpbv). Hacia el sur del municipio se observan sobrevegas (Lsv) y cubetas de decantación (Vpicd), asociadas a otro cauce que no se encuentra dentro del centro poblado (Figura 55).

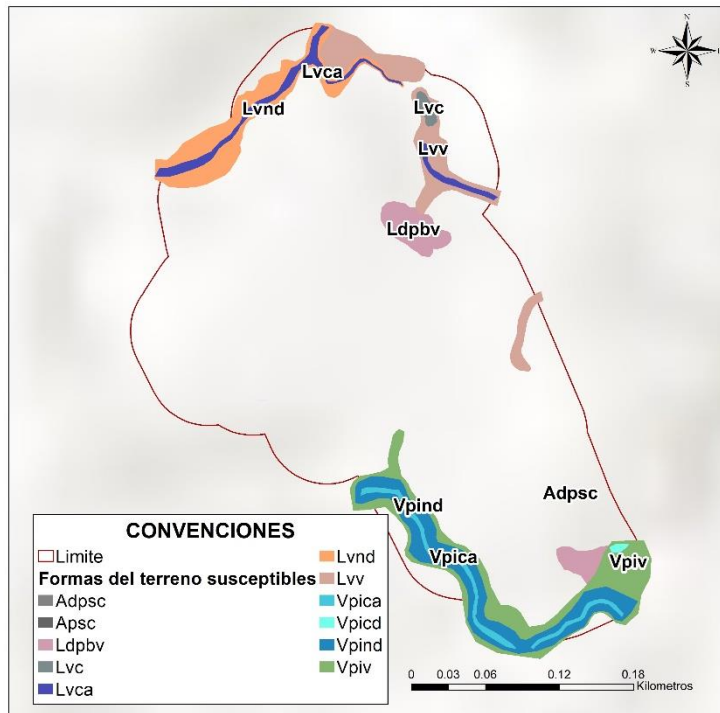


Figura 52. Geoformas susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Valparaíso



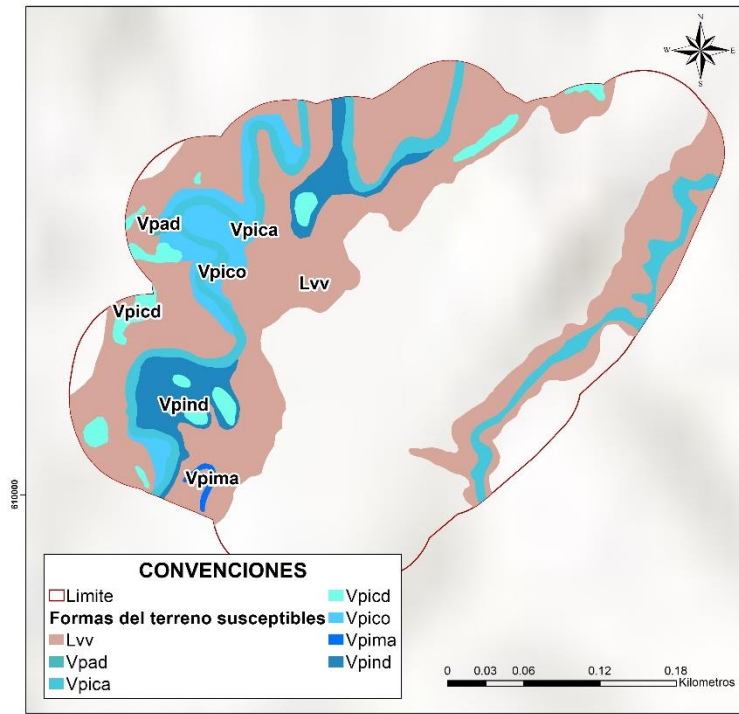
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 53. Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Kilometro 18



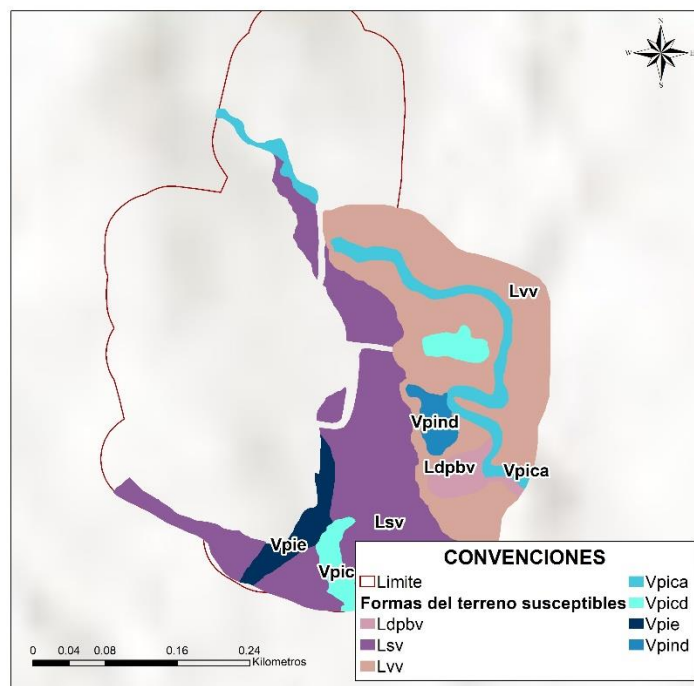
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 54. Geformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Playa Rica



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 55. Geformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Santiago de la Selva



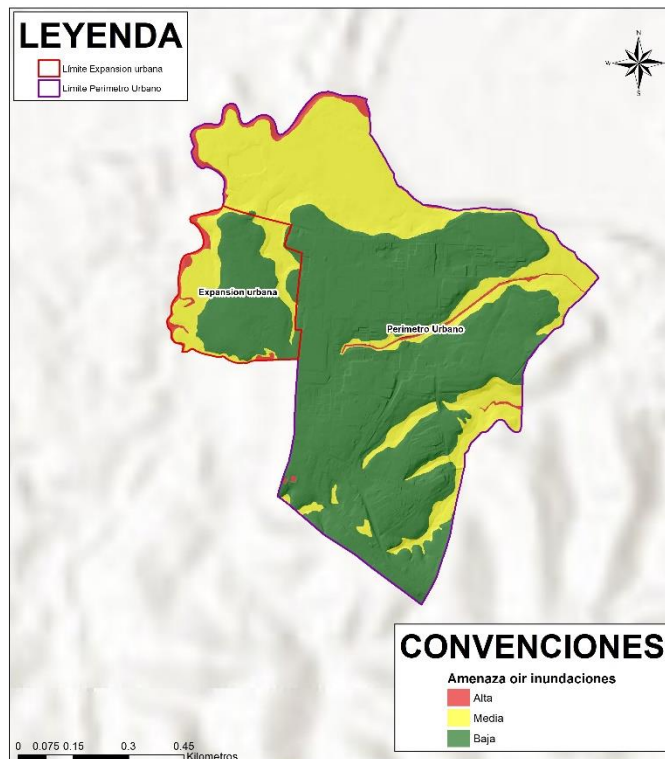
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.4.4 Zonificación final de la amenaza por inundación

De acuerdo con la metodología propuesta, la zonificación final de inundación en suelo urbano tiene en cuenta criterios geomorfológicos, morfométricos y la integración de los registros históricos de eventos recopilados de diferentes fuentes.

La Figura 56 muestra la zonificación final de amenaza por inundaciones para el casco urbano de Valparaíso. Se puede observar la amenaza alta asociada al río Pescado junto a pequeñas intrusiones del río Fragua Chorroso en el extremo oeste del casco urbano. Adicionalmente, las geoformas onduladas que conforman el casco urbano presentan categoría media en la parte cóncava y baja en la parte convexa.

Figura 56. Amenaza por inundaciones en el casco urbano de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

En la Tabla 22 se presenta un resumen de las áreas y porcentajes de las categorías de amenaza por inundaciones en el casco urbano de Valparaíso (alta, media y baja):

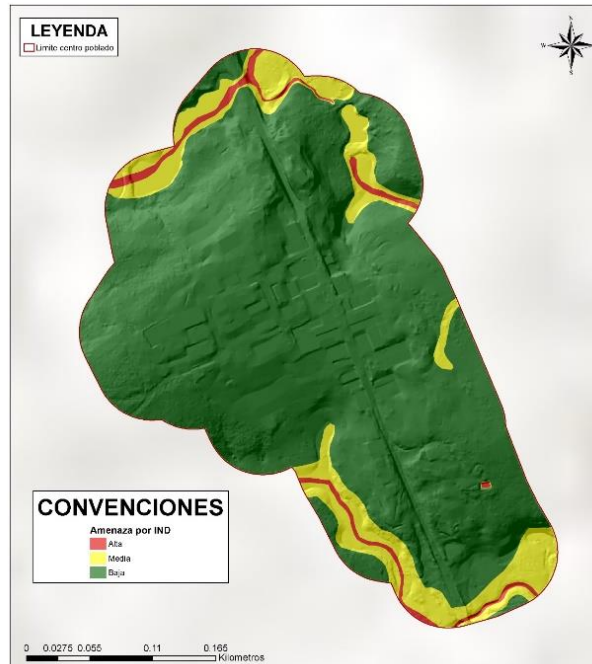
Tabla 22. Relación de las áreas por categoría de amenaza

Amenaza	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Alta	2.41	2.89%
Media	27.20	32.57%
Baja	53.90	64.54%
Total	83.52	100.00%

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La Figura 57 muestra la zonificación final de amenaza por inundaciones para el centro poblado Kilómetro 18. En ella, se puede observar la predominancia de la categoría baja a lo largo del mismo; sin embargo, existen porciones categorizadas como amenaza media y alta en el extremo sur y norte, producto de la presencia de drenajes sencillos con potencial de desborde.

Figura 57. Amenaza por inundaciones en el centro poblado Kilometro 18

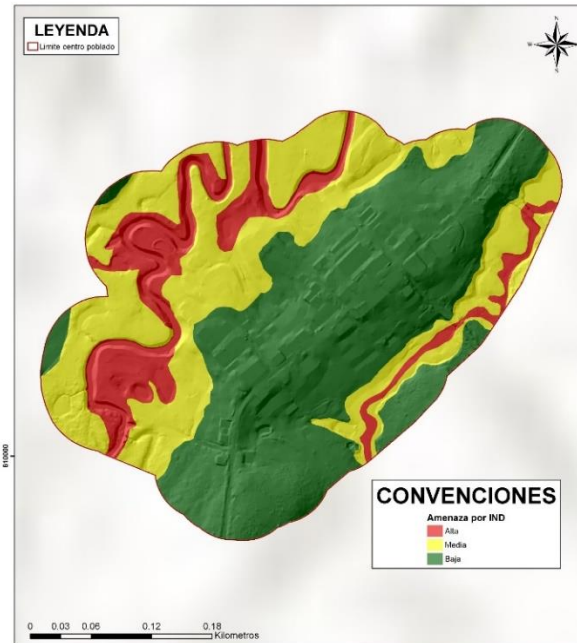


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La Figura 58 muestra el resultado obtenido para la amenaza por inundaciones en el centro poblado Playa Rica. La zonificación presenta categoría predominantemente baja en el sector sureste; sin embargo, la sinuosidad del drenaje ubicado al oeste del centro poblado resulta en categorías medias y altas en este sector.



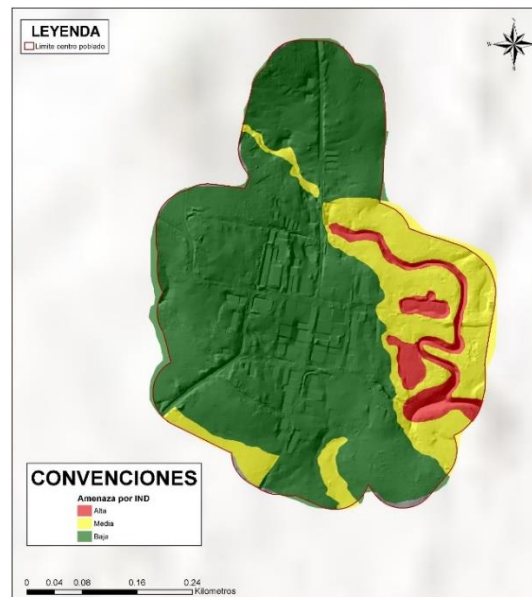
Figura 58. Amenaza por inundaciones en el centro poblado Playa Rica



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La Figura 59 muestra el resultado obtenido para las inundaciones en el centro poblado Santiago de la Selva. Si bien existe un predominio de la amenaza baja en el margen occidental, en el costado opuesto, la presencia de un cauce, junto a formas del terreno como cubetas de decantación, hacen de este subsistema hídrico propenso a inundaciones, por lo cual se asignan categorías de amenaza media y alta en este sector.

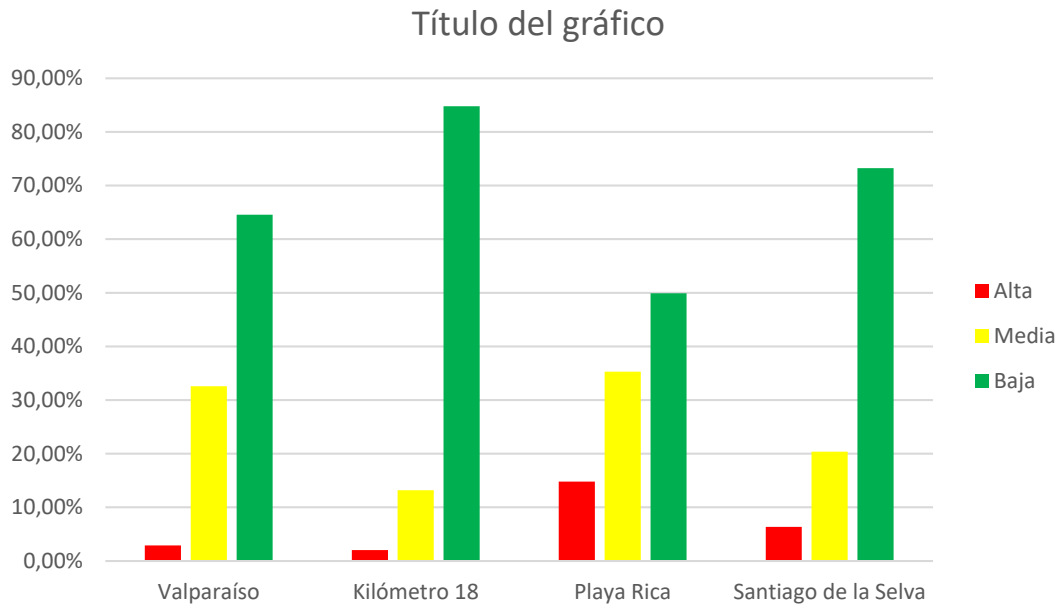
Figura 59. Amenaza por inundaciones en el centro poblado Santiago de la selva



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

En la Figura 60 se observa la distribución de los porcentajes de área para cada una de las categorías de amenaza dentro de los centros poblados de Valparaíso y su casco urbano.

Figura 60 Porcentaje de amenaza total para cada unidad de análisis



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Finalmente, la Tabla 23 presenta el resumen de resultados de las áreas y porcentajes para cada una de las categorías de la amenaza por inundaciones en los centros poblados del municipio de Valparaíso (alta, media y baja):

Tabla 23. Categorización por centro poblado de la amenaza por inundaciones

Centro Poblado	Amenaza Alta		Amenaza Media		Amenaza baja	
	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Valparaíso	2.41	2.89%	27.2	32.57%	53.90	64.57%
Kilómetro 18	0.27	2.03%	1.76	13.18%	11.30	84.79%
Playa Rica	2.13	14.81%	5.08	35.29%	7.18	49.90%
Santiago de la Selva	1.48	6.37%	4.73	20.37%	17.02	73.25%

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.5 Estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales

A continuación, se describe la metodología empleada para el análisis y la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales en el Municipio de Valparaíso. Para lograr este objetivo se tuvo en cuenta los diferentes enfoques y formas de abordar dicha zonificación, propuestos y desarrollados en el país por entidades estatales como el

Servicio Geológico de Colombia (SGC), la Unidad Nacional para la gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) e instituciones académicas a lo largo del territorio.

El razonamiento de la metodología se realiza dividiendo el comportamiento del flujo en sus tres partes, la parte alta relacionada con el origen del material sólido y líquido que se verá involucrado en el evento y se ubica en el origen de la cuenca, el ápice o punto de inflexión de la pendiente y el área de tránsito y depósito del material dependiente de la energía alcanzada por la avenida torrencial.

Para cada una de las partes del comportamiento del flujo, son necesarios diferentes análisis según el papel que representan en el evento torrencial. A partir de identificación de las zonas de depósito por medio de un análisis geomorfológico, se determina la susceptibilidad de cada geoforma, para luego evaluar la amenaza, en donde se tienen en cuenta diferentes criterios como el análisis de pendiente, índice de sinuosidad y por último la validación con la información recolectada en la jornada de campo.

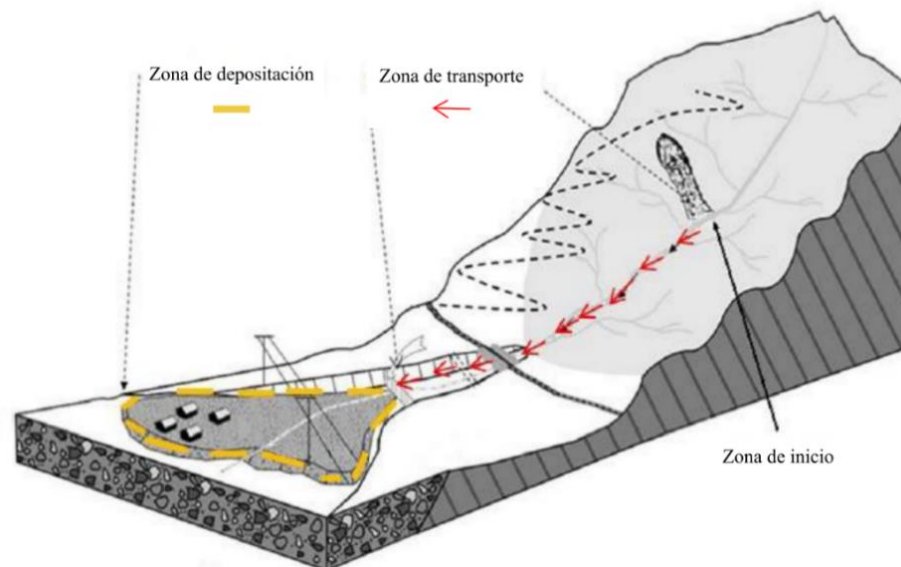
3.5.1 Descripción metodológica

Las avenidas torrenciales pueden pensarse como un movimiento en masa que se desplaza a gran velocidad. Las avenidas torrenciales se consideran un movimiento en masa, con un alto porcentaje de material sólido compuesto por árboles, bloques, rocas y sedimentos; dicho flujo se transporta a través de los cauces de ríos y quebradas y es causado en la mayoría de las ocasiones por represamientos en los cuerpos de agua y/o acumulación de grandes masas de agua en las quebradas. Lo anterior implica que, al generarse el flujo, se libera una gran cantidad de energía y este adquiere una alta velocidad, produciendo a su vez grandes afectaciones a la infraestructura y/o habitantes que se encuentren en el área de desplazamiento y posterior depósito de este.

Geomorfológicamente, una avenida torrencial se puede considerar como un tipo de movimiento en masa, diferenciado principalmente por la mezcla de agua y material sólido. Como se mencionó anteriormente, este evento posee una gran velocidad y dependiendo del tipo de material involucrado o del tipo de flujo, se puede llegar a definir una amplia variedad de fenómenos, cabe resaltar que sólo con criterios de campo es difícil la clasificación de estos fenómenos, puesto que los límites entre las condiciones geomorfológicas y climáticas no son muy claros.

Este fenómeno presenta esencialmente tres zonas: zona de inicio, zona de transporte y zona de depósito (Teixeira Silva, 2016) (Figura 61).

Figura 61. Zonas características de una avenida torrencial: zona de inicio, zona de transporte y zona de depósito



Fuente: Modificado de Teixeira Silva, 2016



En la parte superior de este fenómeno se diferencia la zona de inicio, la cual es el área de principal aporte de material sólido y líquido al movimiento, ocasionándose allí el flujo concentrado de sedimentos o troca. Estas zonas en su mayoría se encuentran localizadas en las partes altas de las cuencas, sobre las laderas o taludes laterales susceptibles a movimientos en masa, que se encuentran a su vez sobre los cauces de montaña del sector (Hung, 2005).

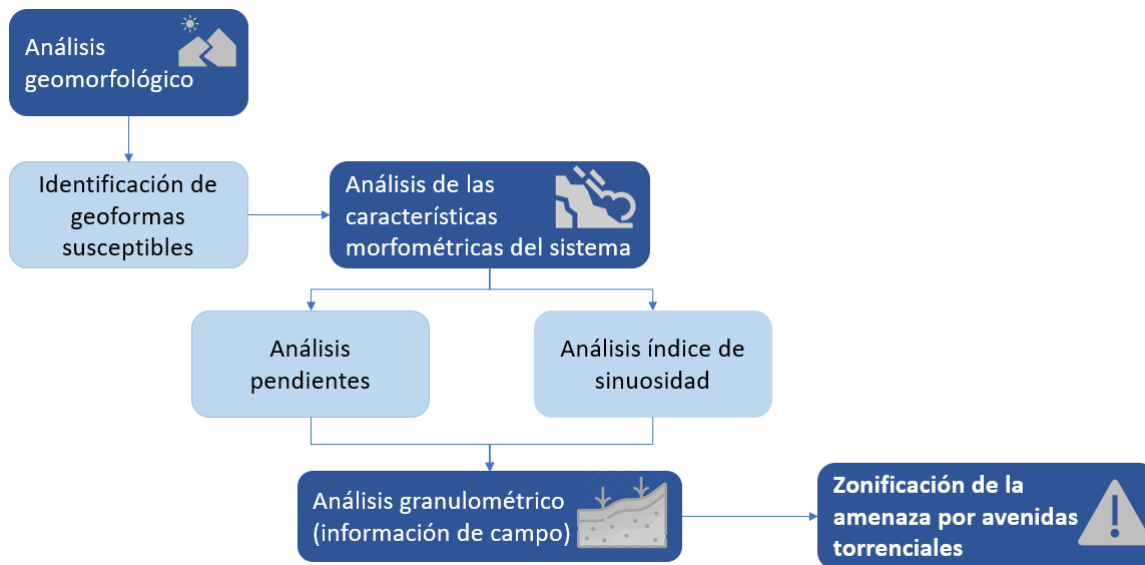
Posteriormente se encuentra la zona de transporte, área sobre la cual transcurre el recorrido del material originado en la zona de inicio, sin embargo, debido a las características geomorfológicas de la zona, que generalmente hacen relación a sectores muy montañosos, allí no ocurre la depositación de dicho flujo.

Finalmente, en el área de contraste de pendiente, se ubica la zona de depositación del material transportado. Allí los materiales se depositan debido a la pérdida de energía cinética, formando una estructura estable en forma de abanico (Texeira Silva, 2016).

Para la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales, se inició con un análisis de las formas del terreno de origen torrencial, evaluando la susceptibilidad de cada una de estas; posteriormente se analizaron las características de dichas geoformas susceptibles, validándolas a partir de información recopilada en campo (granulometría), para finalmente definir la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales (Figura 62).

Teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente, en el área de estudio no se encontraron geoformas asociadas a alguna de estas zonas, dicho análisis será profundizado a continuación.

Figura 62. Variables empleadas para la obtención de la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2019

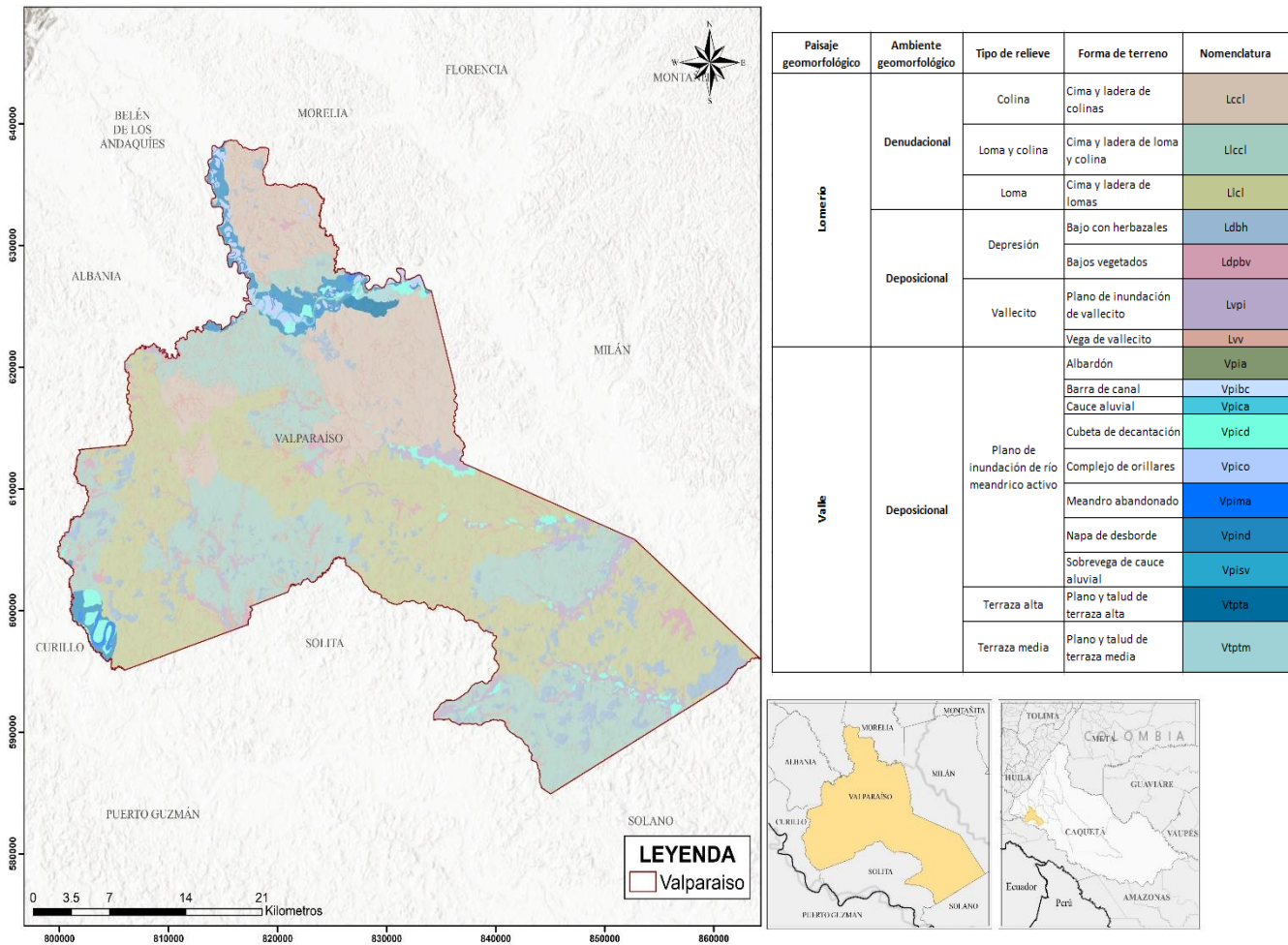
3.5.1.1 Análisis geomorfológico

Para la identificación de las zonas de depósito se realiza un análisis geomorfológico en donde se reconocen las formas del terreno que en su evolución han alojado material producto de eventos de alta energía y que por sus condiciones actuales podría involucrarse dentro de alguna de las fases de un evento torrencial. La metodología que se siguió para la clasificación de las formas del terreno es la propuesta por el IGAC 2014.

La Figura 63 muestra la distribución de las formas del terreno identificadas en el área de estudio en donde se observa que las geoformas que predominan son de paisaje valle hacia el norte y sur occidente del municipio relacionados con el río Pescado y río Caquetá respectivamente y paisaje de lomerío para el área restante siendo esta geoforma en su mayoría de ambiente deposicional.



Figura 63. Formas del terreno identificadas para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

De esta forma, se realiza la categorización de cada una de las geoformas en función de su favorabilidad a la ocurrencia de una avenida torrencial. En la Tabla 24 se muestra la categoría de susceptibilidad asignada a cada forma del terreno dentro de su jerarquización geomorfológica, en donde la totalidad de las geoformas encontradas se asocian a procesos modeladores del relieve los cuales no se relacionan con la ocurrencia de avenidas torrenciales por lo cual se asigna una categoría de susceptibilidad baja.

Tabla 24. Susceptibilidad de la geofomas presentes en el municipio de Valparaíso

Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Susceptibilidad
Lomerío	Denudacional	Colina	Cima y ladera de colinas	Lccl	Baja
		Loma y colina	Cima y ladera de loma y colina	Llcl	Baja
		Loma	Cima y ladera de lomas	Llcl	Baja
	Deposicional	Depresión	Bajo con herbazales	Ldbh	Baja
			Bajos vegetados	Ldpbv	Baja
		Vallecito	Plano de inundación de vallecito	Lvpi	Baja
			Vega de vallecito	Lvv	Baja
	Valle	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Albardón	Vpia
Barra de canal				Vpibc	Baja
Cauce aluvial				Vpica	Baja
Cubeta de decantación				Vpicd	Baja
Complejo de orillares				Vpico	Baja
Meandro abandonado				Vpima	Baja
Napa de desborde				Vpind	Baja
Sobrevega de cauce aluvial				Vpiv	Baja
Terraza alta			Vtpta	Baja	
Terraza media			Vtptm	Baja	

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.5.2 Zonificación de la amenaza

Para la delimitación de cada categoría de amenaza, se tiene como primera medida la evaluación de la susceptibilidad de una geofoma a la ocurrencia de un fenómeno amenazante. De esta forma teniendo en cuenta lo anterior la Tabla 25 muestra los criterios utilizados para la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales.



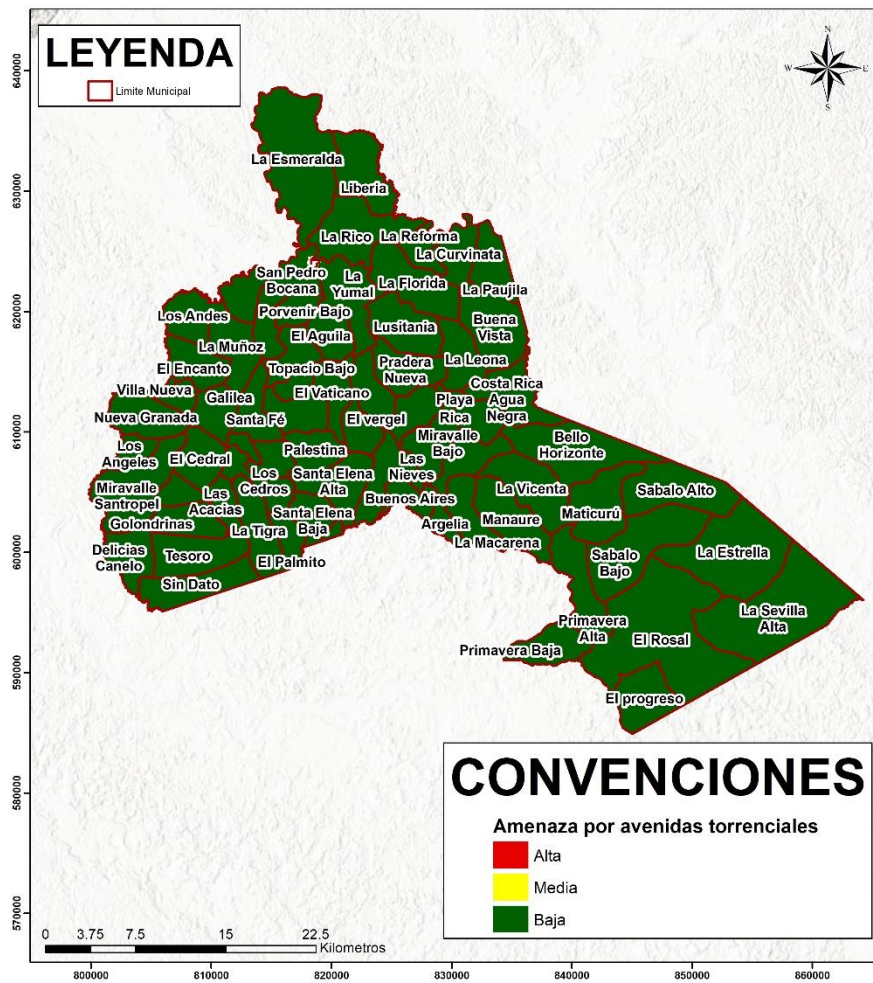
Tabla 25. Criterios para la categorización de la amenaza por avenidas torrenciales

Zonificación de la amenaza	Criterios de clasificación
Amenaza torrencial alta	Zonas con presencia de geoformas susceptibles, sistemas fluviales poco sinuosos (<1.1), que pertenezca al segmento alto del abanico.
Amenaza torrencial media	Zonas con presencia de geoformas susceptibles, sistemas fluviales con índices de sinuosidad ≥ 1.2 , que pertenezca al segmento medio del abanico.
Amenaza torrencial baja	Zonas sin presencia de geoformas susceptibles o que pertenezcan al segmento inferior del abanico

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Siguiendo los criterios expuestos en la anterior tabla, la Figura 62 se muestra la distribución geográfica de la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Valparaíso. De esta forma se muestra que todas las geoformas fueron calificadas como amenaza baja con lo cual el 100% del municipio presenta amenaza baja. Es importante aclarar que, si bien existen afluentes importantes en el municipio, la hidrodinámica de estos no se asocia a inundaciones rápidas tipo avenida torrencial sino a inundaciones lentas, fenómeno que será evaluado en el ítem 3.3

Figura 64. Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



La Tabla 26 muestra la extensión de cada categoría para el municipio de Valparaíso, donde por lo concluido anteriormente la totalidad del área se encuentra en amenaza baja.

Tabla 26. Relación porcentual de la categorización de la amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Valparaíso

Amenaza	Área (ha)	Porcentaje
Alta	0.00	0,00 %
Media	0.00	0.00%
Baja	135260.90	100.00 %
Total	135260.90	100.00 %

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.6 Otras amenazas

3.6.1 Incendios forestales

3.6.1.1 Marco conceptual

Los incendios forestales han estado siempre presentes en la historia, estos pueden propagarse fácilmente y dependen de distintos factores como el clima, la topografía, el material del combustible y el nivel de humedad, los cuales influyen directamente en el comportamiento del fuego, si estos factores se encuentran en las condiciones adecuadas para su propagación, los incendios pueden extenderse y avanzar en la superficie, causando graves daños al suelo, la vegetación, y la fauna, lo que ocasiona pérdidas económicas, sociales y ecológicas.

Las causas de los incendios forestales pueden ser naturales o antrópicas, aunque la mayoría de los casos de incendios forestales son causados principalmente por los seres humanos, estos también pueden ocurrir por casos donde las condiciones de la temperatura, sequía y los vientos permitan propagar y acrecentar el fuego. Respecto a los incendios forestales producto de las causas antropogénicas, tienen que ver con el uso inadecuado del fuego por diversas razones, como la agricultura, la expansión de la ganadería y la tala de bosques. Debido a los daños que los incendios forestales pueden causar se considera indispensable realizar la zonificación de la amenaza por incendios forestales, para poder identificar en base a esta, medidas de prevención, mitigación y concientización a la comunidad sobre el uso adecuado de las prácticas de quema agrícolas.

Para el presente estudio se empleó información espacial de focos de calor y cicatrices de quema, producto de imágenes satelitales de los sensores Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) y MODIS, obtenidos del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y de la National Aeronautics and Space Administration (NASA), los cuales son descritos a continuación.

3.6.1.1.1 Focos de calor

Un foco de calor es definido como un área donde se evidencia una temperatura anómala en la superficie, la cual es asociada a la presencia de un incendio o la existencia potencial de fuego. Los focos de calor son detectados por medio de sensores remotos que pueden capturar la energía que emite la superficie en el espectro electromagnético infrarrojo, los umbrales para identificar los focos de calor corresponden a las temperaturas entre 300°C y 1500°C, las cuales son las que pueden alcanzar los incendios, dependiendo del tipo de vegetación y las condiciones ambientales (Di Bella et. al., 2008).

Los eventos de incendios forestales pueden ser representador por grupos de focos de calor asociados en espacio y tiempo, los cuales se consideran parte de un mismo incendio, a partir de estos es posible analizar la frecuencia, el tamaño y la duración que pueden tener, y conocer los factores que influyen en la ocurrencia y el comportamiento, estos pueden relacionar con el tipo de cobertura vegetal, las condiciones de temperatura y precipitaciones, y los tipos de uso de suelo, entre otras características (Di Bella et. al., 2008).

Para el municipio de Valparaíso se cuenta con un inventario de 1217 focos de calor, que han sido tomados desde el año 2003, esta base de datos cuenta con información sobre la fecha, localización, sensor y fuente de la que se obtuvieron los datos.



3.6.1.1.2 Cicatrices de quema

Las cicatrices de quema son definidas como áreas que han sido afectadas por incendios, ya sean fuegos controlados o aleatorios, donde quedan los rastros de quemaduras sobre la superficie. Las áreas con afectaciones por quemaduras son detectadas a partir de las diferencias que poseen las emisiones de energía de las superficies de vegetación quemada con la no quemada (Di Bella et. al., 2008).

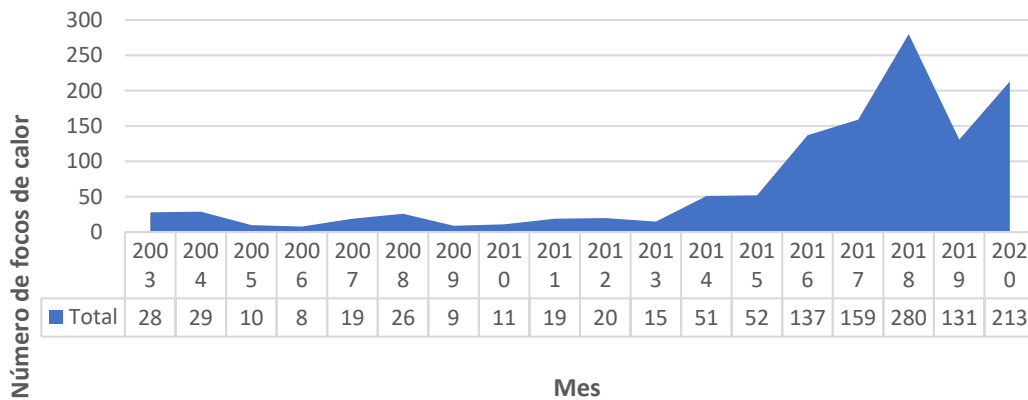
Los datos empleados en el estudio actual corresponden a cicatrices de quemaduras del Instituto SINCHI, quienes identificaron estas áreas a partir de imágenes satelitales Landsat 8 de los años 2018 y 2019, con nubosidades inferiores al 30%, el proceso empleado para el reconocimiento fue a partir de dos composiciones, la primera composición corresponde a la banda infrarrojo cercano, el índice de vegetación (NDVI), y el índice de radio de quema normalizado (NBR), esta permite resaltar las áreas quemadas; la segunda composición corresponde a las bandas 7, 5 y 2, las cuales permiten observar las diferencias entre la cobertura vegetal sana y la que se encuentra afectada por quemaduras y por último, se generó el producto de segmentación de las cicatrices de quema (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2018).

3.6.1.2 Análisis de focos de calor

Como se mencionó anteriormente un punto de calor se define como una anomalía térmica sobre el terreno, que en realidad es una aproximación a incendios o puntos potenciales de fuego (Di Bella, y otros, 2008). Se detectan con imágenes de los sensores MODIS y VIIRS que viajan sobre los satélites Terra, Aqua y Suomi-NPP, utilizando un algoritmo contextual que capta la fuerte emisión de radiación infrarroja media de los posibles incendios. (NASA 2020). Los reportes que se analizaron en este ítem fueron consultados en la base de datos de la NASA para un periodo de tiempo de 17 años de los sensores MODIS Y VIIRS.

Para el municipio de Valparaíso se tienen 1217 registros de focos de calor desde el año 2003 hasta el año 2020, en donde se puede evidenciar un aumento en los reportes desde el año 2015, siendo el año 2018, lo que lleva del año 2020 el año 2017 los que presentan mayor número de focos. (ver Figura 65)

Figura 65. Focos de calor reportados por año para el municipio de Valparaíso

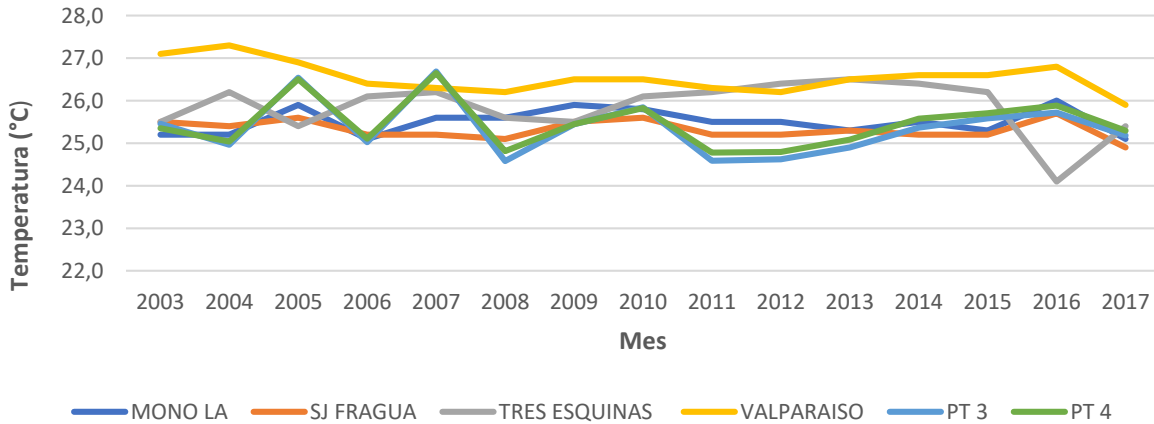


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

La temperatura media anual para el área de estudio es de 25,50°C. El mayor valor registrado fue de 27,3°C en el año 2004 por parte de la estación Valparaíso, mientras que el menor valor registrado fue de 24,1°C en el año 2016 por parte de la estación Tres Esquinas (Ver Figura 66). Estos registros de temperatura media anual para las seis estaciones que abarcan el área del municipio de Valparaíso no muestran una relación clara con el número de eventos registrados por año.



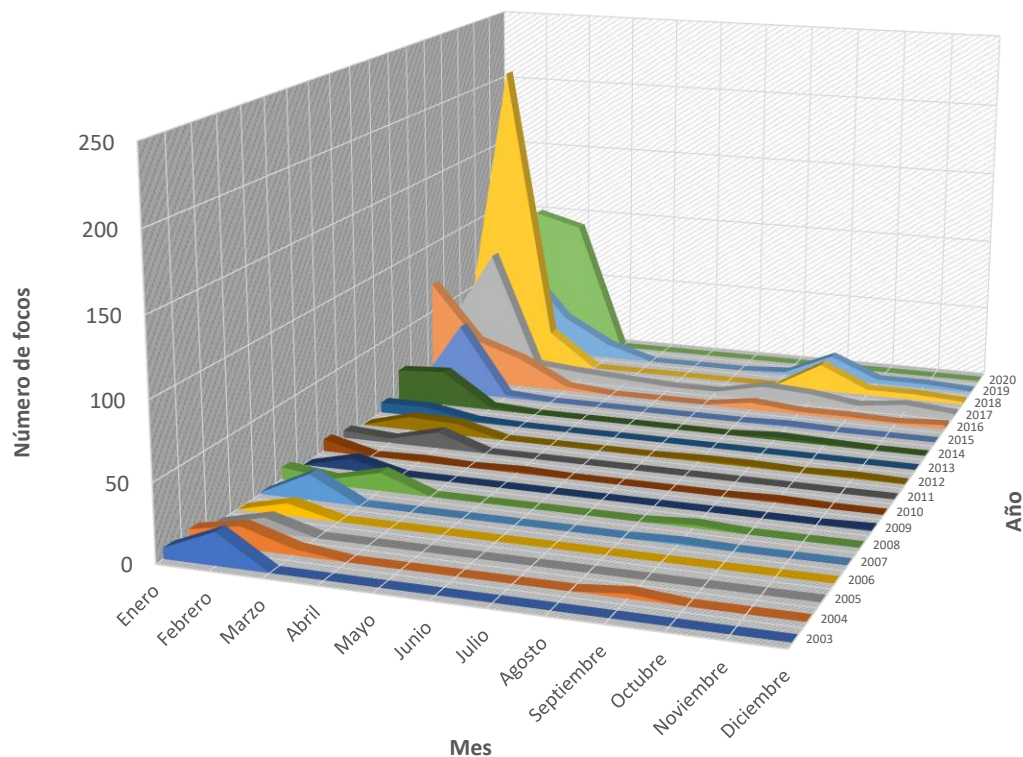
Figura 66. Temperatura media mensual del año 2003 al 2017 para el municipio de Valparaíso.



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Debido a que no se evidencia una clara relación entre el número de eventos por año y los datos de temperatura media anual, se realiza un análisis de los eventos registrados por mes (ver Figura 67) en donde puede verse dos picos de ocurrencia los cuales son más evidentes desde el año 2015 al 2020, como se mencionó anteriormente. El primer pico se presenta en los meses de enero, febrero y marzo, siendo febrero el mes con más eventos registrados (673) y el segundo pico en el mes de septiembre el cual tiene 54 reportes.

Figura 67. Cantidad de focos de calor registrados por mes a lo largo de los años



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

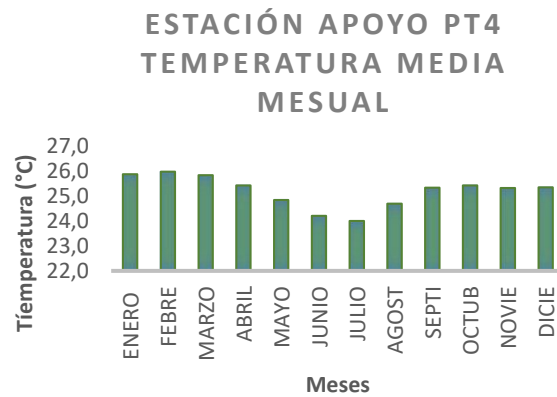
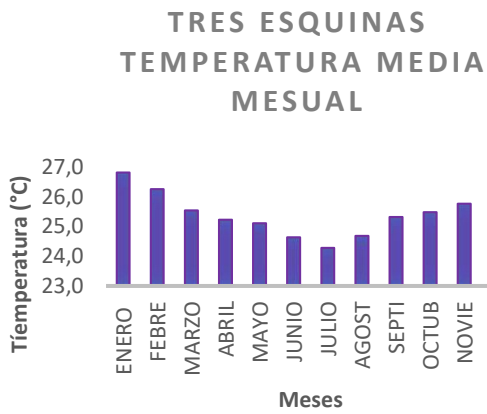
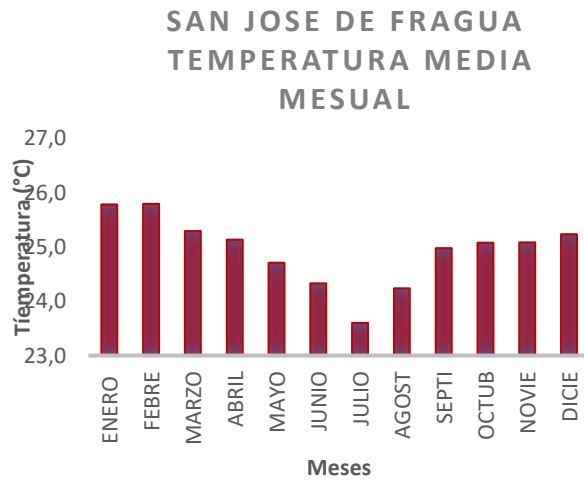
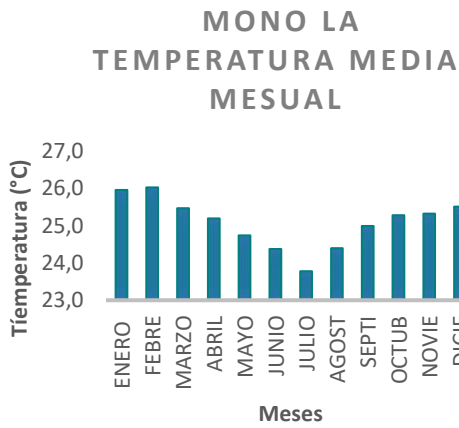


En cuanto a la temperatura media mensual de acuerdo con el registro de las estaciones cercanas al municipio de Valparaíso, a nivel mensual los valores más altos de temperatura se presentan en enero, febrero y marzo, lo cual coincide con la primera época seca del año, mientras que los valores de temperatura más bajos se presentan en los meses de junio, julio y agosto durante una de las temporadas lluviosas del año (Ver Figura 68).

Estos valores de temperatura coinciden con los registros de focos de calor presentados anteriormente en donde para la primera temporada seca del año (temporada con mayores temperaturas), la cual corresponde a los meses de enero, febrero y marzo presentan un mayor número de registros de focos de calor. Además, también puede verse que después de la temporada de lluvias de los meses de junio, julio y agosto sigue la segunda temporada de altas temperatura del año correspondiente a los meses de septiembre, octubre y noviembre, en donde su relación con los registros de eventos, el mes de septiembre posee el mayor número de reportes.

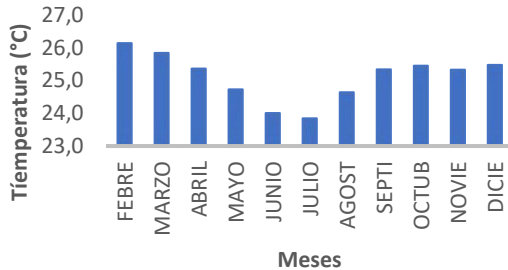


Figura 68. Temperaturas medias mensuales reportadas en las estaciones cercanas al municipio de Valparaíso

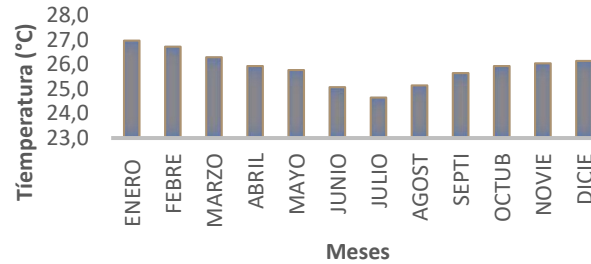




**ESTACIÓN APOYO PT3
TEMPERATURA MEDIA
MESUAL**



**VALPARAISO
TEMPERATURA MEDIA
MESUAL**

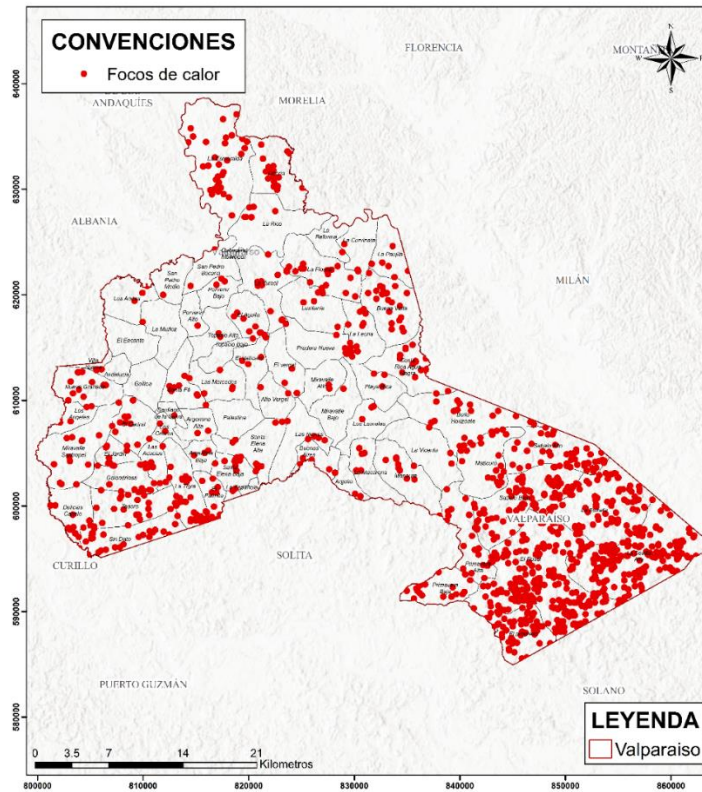


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Si bien no se encuentra una relación del número de reportes anuales con los registros de temperatura anual, se evidencia que la relación entre la temperatura media mensual es directamente proporcional al reporte mensual de eventos a lo largo del año, teniendo como conclusión que las dos temporadas secas del año, la primera en los meses de enero, febrero y marzo y la segunda en el mes de septiembre, las cuales tienen los registros de las mayores temperaturas medias mensuales coinciden con el mayor número de eventos.

En cuanto a la distribución espacial de estos focos de calor se puede ver que tienen una concentración de eventos en el sur del municipio en las veredas La Sevilla Alta, El Rosal, El Progreso, Primavera Alta, Primavera Baja, Sábalo Bajo, Sábalo Alto, Maticurú y Bello Horizonte; al igual que hacia el occidente del territorio en las veredas Delicias Canelo, Golondrinas, Las Acacias, La Tigra, El Palmito, El Cedral, Tesoro, Los Ángeles, Nueva Granada, Santa Elena Baja, Argentina Baja y Santa Fe. (ver Figura 69)

Figura 69. Distribución espacial de los focos de calor en el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.6.1.3 Área afectada por quemas en los últimos años

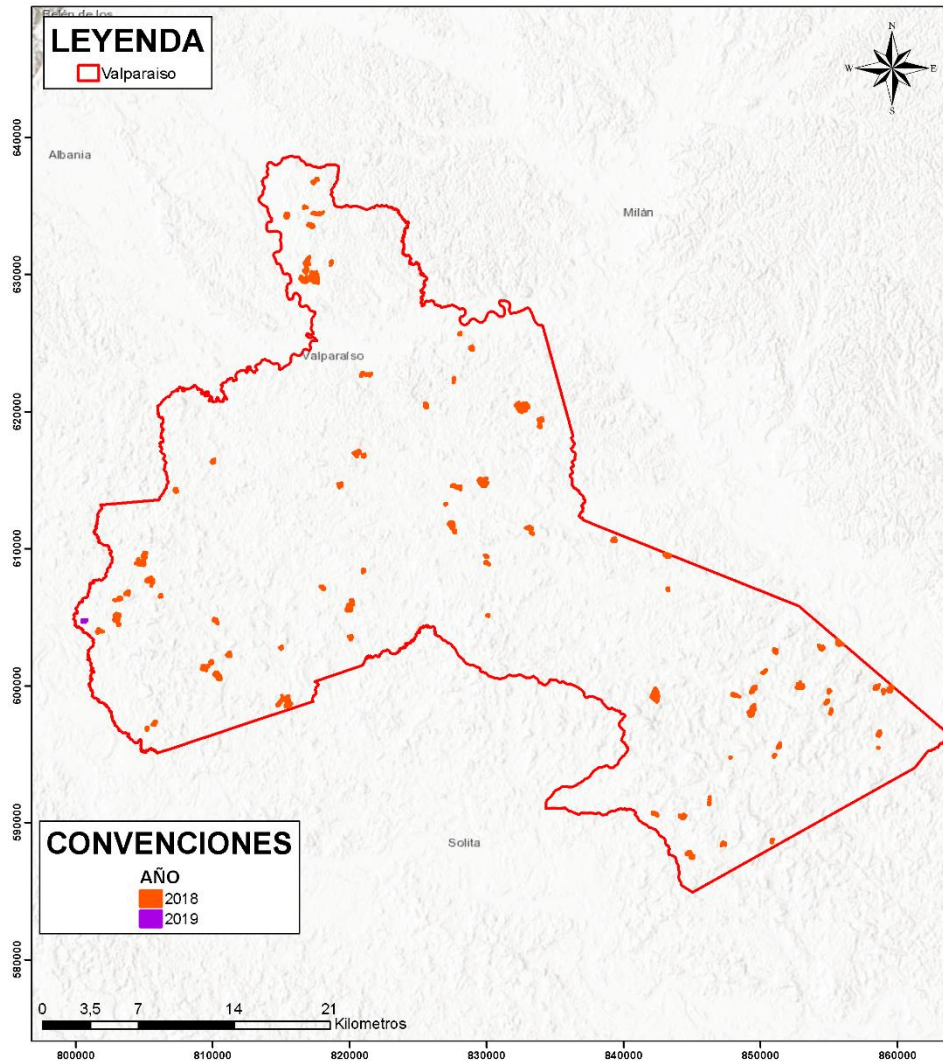
Partiendo del reconocimiento de las zonas de cicatrices de quema generadas en el procesamiento de la información satelital para el municipio de Valparaíso, se registra un total de 865.92 hectáreas afectadas para los años 2018 y 2019 abarcando diferentes sectores del área rural del municipio de Valparaíso. (Figura 70).

El registro de área afectada por quemas de la cobertura natural concentra el mayor porcentaje para el año 2018, donde se reconocen 859,34 hectáreas enmarcando más de 60 zonas esparcidas a lo largo de todo el municipio, afectando bosques naturales y vegetación secundaria y en transición.

Para el año 2019 se identifican 6,58 hectáreas principalmente de bosque afectadas por quemas concentradas en un único sector hacia la margen occidental del municipio de Valparaíso a la altura de la vereda Miravalle Santropel.



Figura 70. Distribución de las zonas afectadas por quema para los años 2017, 2018 y 2019



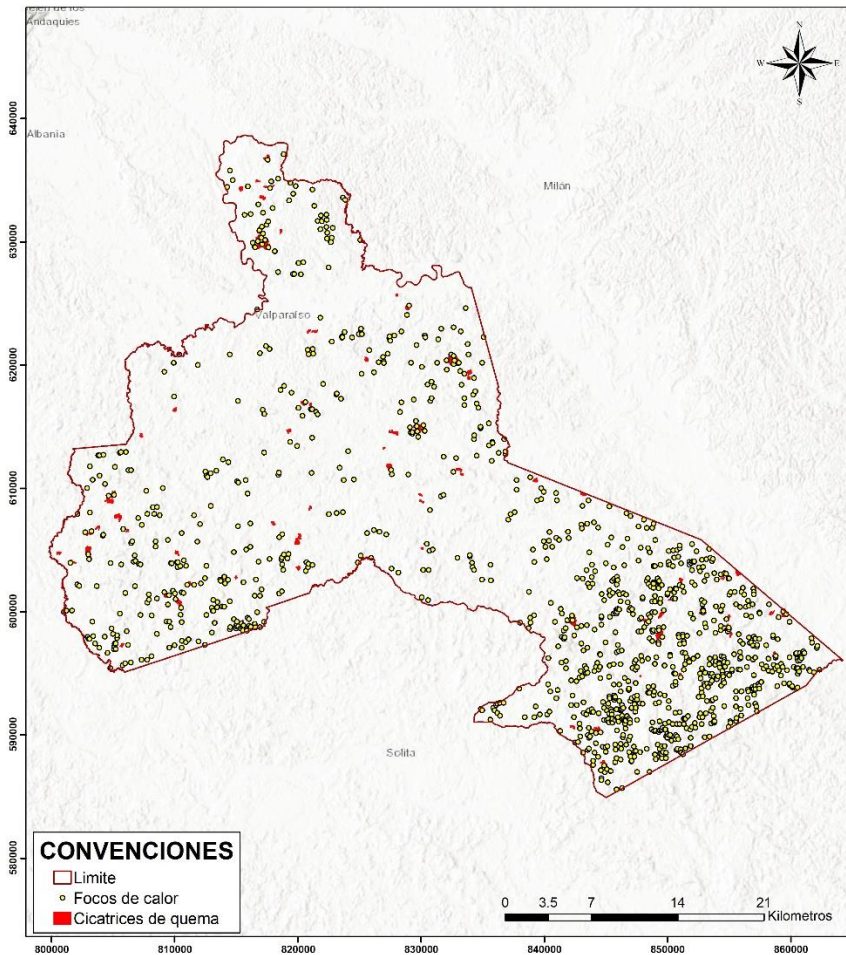
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.6.1.4 Relación entre los focos de calor y las cicatrices de quema

Por medio de un análisis espacial se identificaron las coincidencias que se presentan entre los focos de calor y las cicatrices de quema, este se llevó a cabo a por medio de una superposición espacial de estas dos capas, durante los años 2018 y 2019 (Figura 71) y una comparación anual entre los focos de calor y el total de áreas de cicatrices detectadas por año. De acuerdo a esto una mayor densidad de focos de calor hacia los sectores de las veredas El Rosal, La Sevilla Alta, La Estrella y Sábalo Bajo, respecto a las áreas de cicatrices de incendios, se presenta un mayor registro para el año 2018 y se observa una mayor densidad hacia los sectores de las veredas La Esmeralda, La Estrella, Miravalle Santropel, Buena Vista, El Rosal y Sábalo Bajo.



Figura 71. Superposición de los focos de calor y cicatrices de incendios forestales.



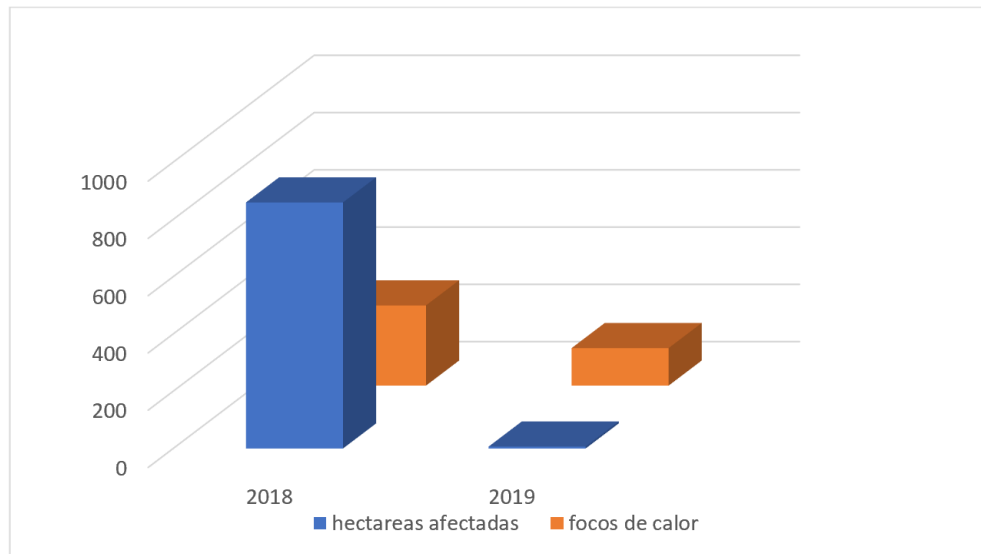
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

En la comparación de las áreas de quemas y los focos de calor del mismo año, se puede observar una pequeña similitud respecto a la variación de la información, ya que los focos se presentan para los meses de enero, febrero y marzo principalmente, y la fecha de registro de las áreas quemadas se encuentran para los meses de agosto a octubre del mismo año registrado.

La Figura 72 relaciona el número de hectáreas afectadas con la cantidad de focos de calor identificados para el año 2018 y 2019, evidenciando la concentración en magnitud de área afectada en el año 2018, para el cual también se registró un importante número de focos de calor a lo largo de todo el municipio, por lo cual se infiere una rápida propagación del fuego en este año, contrario al siguiente, en el cual a pesar de que se reconoce un gran número de focos de calor, las cicatrices registran valores bajos de afectación en hectáreas.



Figura 72. Relación entre los focos de calor y las hectáreas afectadas por año.



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

3.6.1.5 Conclusiones

- De acuerdo con los registros de temperatura media mensual, los valores más altos se presentan en la primera temporada seca del año (meses de enero, febrero y marzo) lo cual coincide con el mayor número de registros de focos de calor. Por otro lado, desde el mes de mayo hasta agosto se presenta una disminución de los valores de temperatura, haciendo referencia con la época de lluvia época en la cual el registro de focos de calor es menor.
- Especialmente la mayor concentración de focos de calor se observa hacia el sureste del municipio sobre las veredas de La Sevilla Alta, El Rosal, El Progreso, Primavera Alta, Primavera Baja, Sábalo Bajo, Sábalo Alto, Maticurú y Bello Horizonte y hacia el suroccidente del territorio en las veredas Delicias Canelo, Golondrinas, Las Acacias, La Tigra, El Palmito, El Cedral, Tesoro, Los Ángeles, Nueva Granada, Santa Elena Baja, Argentina Baja y Santa Fe
- La mayor afectación en la cobertura vegetal por áreas quemadas para el año 2019, se refleja en los bosques hacia el sector de la margen occidental del municipio de Valparaíso a la altura de la vereda Miravalle Santropel.
- De acuerdo con el análisis de las áreas afectadas por quemadas y los focos de calor, se evidencia una relación temporal entre estos dos parámetros puesto que los focos de calor se presentan en los meses de enero, febrero y marzo, y posterior a estos se dan los registros de áreas quemadas, en los meses de agosto a octubre del mismo año, permitiendo concluir que dichas áreas quemadas son los remanentes producto de los focos de calor.



3.6.2 Socavación lateral

La socavación es el resultado de la acción erosiva del flujo de agua que arranca y acarrea material de lecho y de las bancas de un cauce, convirtiéndose en una de las más comunes de falla en las estructuras construidas en los bancos laterales de los ríos (Suarez, 2001). Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia al momento de una creciente o por la construcción de distintas obras en los márgenes del cauce y se determina principalmente por las características hidráulicas del sistema hídrico. Las propiedades de los sedimentos de los márgenes laterales y la forma y la localización de los elementos que la inducen.

La socavación lateral de los principales cauces aluviales es un fenómeno que se da producto de la creación de sinuosidades y meandros en un sistema fluvial, en el cual a su vez obedece a una relación directa entre la generación de zonas de erosión y de depósito de material, las cuales son cambiantes y dinámicas con el tiempo. La erosión en este caso está asociada a la remoción de material superficial (capa vegetal, suelo o roca), que gracias a la fuerza que ejerce el agua de escorrentía logra vencer la resistencia de las partículas generando el desprendimiento. Este proceso se da tanto en el fondo de los canales como en las márgenes de este, sin embargo, el fenómeno asociado a los bordes del canal se conoce como socavación lateral y puede detonar importantes pérdidas de la bancada y afectaciones a infraestructura próxima a los cauces aluviales.

Este tipo de fenómenos se da en las bancas del cauce o socavación, la cual por lo general tiende a afectar drenajes de bajo gradiente cuando se cuenta con una socavación evolucionada, y el cauce no tiene pendientes mayores al 2%, es decir en lugares de muy baja pendiente con ángulos menores a 10°, en los que se puede decir que la energía del cauce se aprovecha en la expansión del canal.

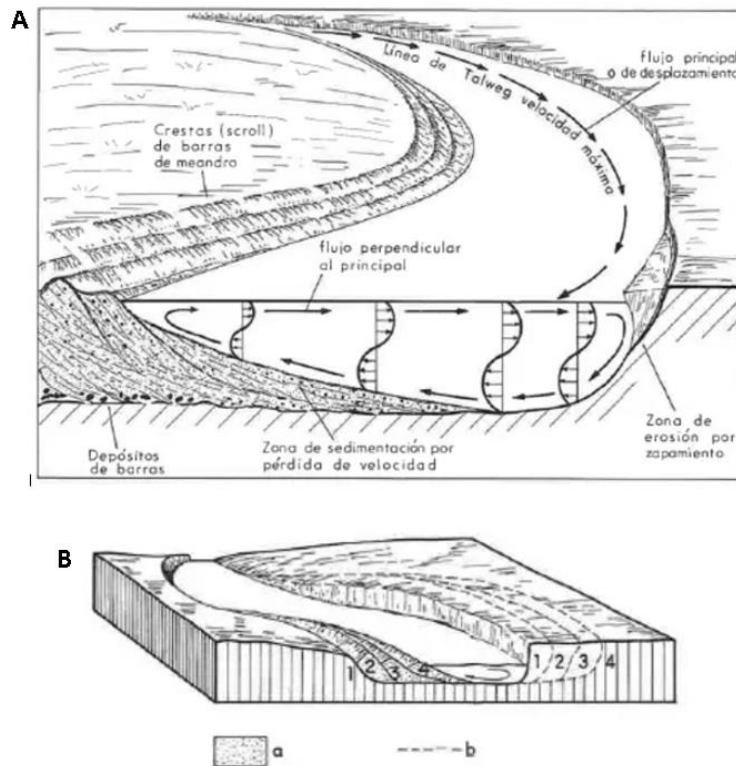
1.1.1.1 Análisis de dinámica fluvial

El sistema hídrico del río Fragua Chorroso y río Pescado tiene cauces de una alta dinámica fluvial evidenciada por su sistema sinuoso o meándrico en el cual se presentan procesos asociados a la sedimentación y erosión; desplazamiento lateral; cierre de meandros y formación de meandros opuestos (CVS, 2004). Puntualmente, en el municipio de Valparaíso, la socavación lateral del cauce de los ríos Fragua Chorroso, Pescado y otros tributarios, se ha convertido en una amenaza dada la localización geográfica.

En sistemas meándricos es mucho más acrecentada la dinámica lateral de los cauces aluviales, generando zonas de erosión o socavación y de depósito continuamente.

La socavación lateral en los meandros no se da de forma homogénea en ambos costados del cauce, sino que obedecen a un principio hidráulico en el cual se asocia a las zonas de mayor energía o velocidad del flujo (Talweg), el cual se concentra hacia la margen externa del meandro (ver Figura 73 A) y contraria a esta en las zonas internas o de menor energía de flujo se generarán las zonas de acumulación de material y bajo este principio se dará la migración lateral del cauce (Figura 73 B) en donde a la margen izquierda se reconoce la zona de depósito en diferentes momentos temporales; 4 para el más reciente y 1 para el más antiguo y en la margen derecha se reseñan las zonas próximas a ser socavadas; 1 para la banca más próxima y 4 para el tajo más distal o futuro a ser removido.

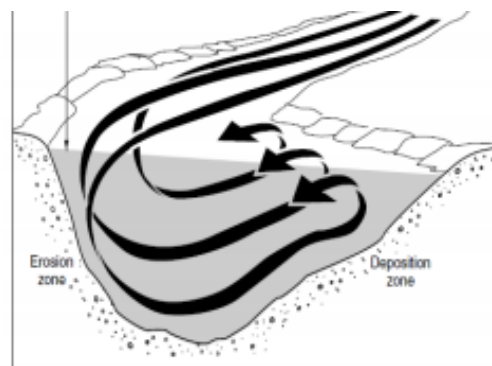
Figura 73. Características de flujo, erosión y depósito en un sistema de meandros



Fuente: (Gilsanz, 1996)

En la Figura 74 se muestra la incidencia del flujo hidráulico sobre la morfología del lecho del cauce. Allí se puede observar como la orientación del río, genera erosión hacia la parte exterior del cauce, mientras que, en la parte interior, el déficit de energía del río produce una zona de depósito. Por lo anterior, es de esperarse que las zonas críticas de socavación lateral se den en el margen izquierdo del río Pescado.

Figura 74. Sistema hidráulico de flujo produce erosión de los bancos exteriores en las curvas de meandros

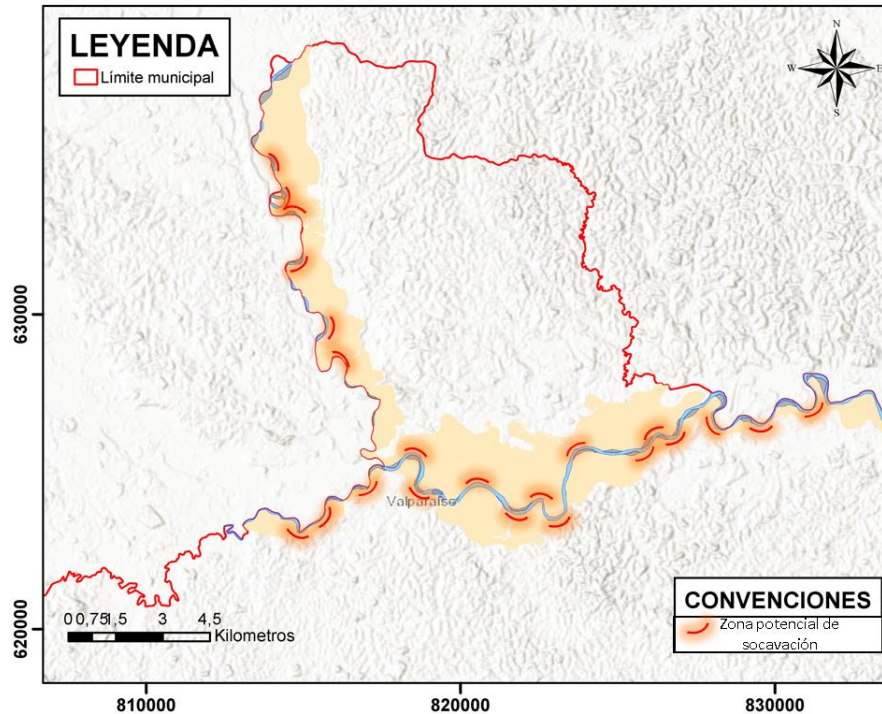


Fuente: (Kungzig, 1989)

La Figura 75, señala de manera preliminar las zonas asociadas a los márgenes externos más pronunciados y cerrados de los meandros más importantes del río Pescado en jurisdicción del municipio de Valparaíso y que

llegan a representar una potencial zona de socavación lateral del cauce aluvial en su proceso próximo de migración lateral.

Figura 75. Reconocimiento general de zonas potenciales a sufrir fenómenos de socavación.

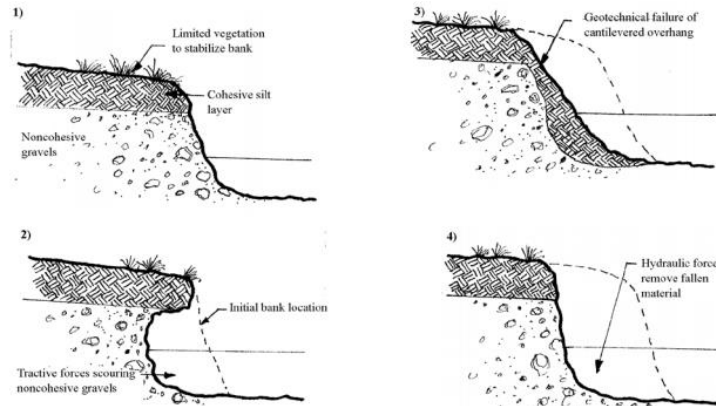


Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2019

1.1.1.2 Identificación de puntos críticos

Para la caracterización de los puntos críticos se analizó el estado de la erosión fluvial, la continuidad de los bancos laterales del río y la peligrosidad que representa para los asentamientos del municipio de Valparaíso. En la Figura 76 se ejemplifica el tipo de erosión producida en los bancos laterales del río Caquetá principalmente. Inicialmente existen diferentes condiciones del suelo, la cobertura vegetal y la litología, las cuales terminan en fenómenos de socavación lateral. En un primer escenario, un depósito conglomerático aluvial infra yace una secuencia de lodolitas con poca vegetación, brindando las condiciones ideales para la socavación lateral. De esta forma, se produce la remoción del depósito inferior debido a la ausencia de cohesión entre las gravas que lo conforman. Una vez removido el material del sustrato inferior, se produce el colapso geotécnico de la capa de sedimentos finos en la parte superior cayendo dentro del lecho del río ampliando la longitud del cauce del río.

Figura 76. Configuración de la remoción lateral para la socavación de bancos laterales



Fuente: (Stypula & Jhonson, 1993)

Una vez comprendidas las zonas donde se produce este fenómeno, fueron identificadas diferentes zonas donde la socavación lateral es recurrente a lo largo del cauce principal del río Fragua Chorroso y el río Pescado junto a sus brazuelos. Dada la sinuosidad de estos ríos, los márgenes se encuentran constantemente sometidos a procesos de socavación lateral. En la Figura 77 se exhibe la actividad de socavación lateral que produce el río Pescado el extremo norte del casco urbano de Valparaíso.

Figura 77. Socavación lateral del río Pescado en el municipio de Valparaíso



Fuente: Corpoamazonia 2016

En la Figura 78 se puede observar como la energía hidráulica del río Pescado produce afectaciones a las bases estructurales del puente vehicular en el margen derecho del cauce. En este sector, no solo se produce socavación por el caudal del río, sino que también existe erosión en el fondo del cauce.

Figura 78. Socavación lateral del río Pescado en el municipio de Valparaíso



Fuente: PMGRD Valparaíso 2018

3.6.3 Sequías

La definición de Sequía consensuada para Colombia junto con los diferentes actores afectados por la ocurrencia del fenómeno, durante el encuentro nacional sobre sequías organizado por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD (2017) “La Sequía es una disminución anómala de la precipitación respecto a los promedios históricos, la cual afecta los ciclos hidrológicos naturales, los sistemas de producción y 11 demás actividades ambientales y socio-económicas del país o de una región en particular, teniendo en cuenta el ordenamiento productivo”.

Existen varios índices para evaluar la sequía, el IDEAM con base en Hurtado, G & Cadena, M (2002) concluye que el índice SPI (Índice de precipitación estandarizado) es el índice basado en la lluvia más sencilla y práctica, por lo cual recomiendan su utilización en aplicaciones operativas, por esto este índice es usado en el informe de actualización de las estadísticas de la sequía en Colombia (IDEAM, 2017), además de ser el índice de sequía más utilizado en la actualidad y recomendado por la Organización Mundial Meteorológica (OMM)

Este se basa en el hecho de que las series históricas de precipitación se ajustan a una distribución gamma, que puede ser transformada a una distribución normal, sobre la cual puede calcularse el número de desviaciones estándar de la lluvia actual, respecto al promedio climatológico (IDEAM, 2017).

El SPI puede ser calculado para varias escalas temporales. Se pueden tomar acumulados de 1, 3, 6, 9, 12, y 24 meses y cada período de acumulación permite estudiar diferentes tipos de sequía. Por ejemplo, el SPI de 1 a 3 meses, sirve para estudiar la sequía meteorológica; entre 3 y 6 meses, para la sequía agrícola y entre 12 y 24 meses, la sequía hidrológica y de acuerdo con el valor del índice se categoriza el área. (ver Figura 79).



Figura 79. Categorías del índice de precipitación estandarizada

INDICE DE PRECIPITACION ESTANDARIZADA (SPI)

Convenciones

	Extremadamente seco (<-1.5)
	Moderadamente seco (-1.5 a -1.0)
	Ligeramente seco (-1.0 a -0.5)
	Normal (-0.5 a 0.5)
	Ligeramente humedo (0.5 a 1.0)
	Moderadamente humedo (1.0 a 1.5)
	Extremadamente humedo (>1.5)

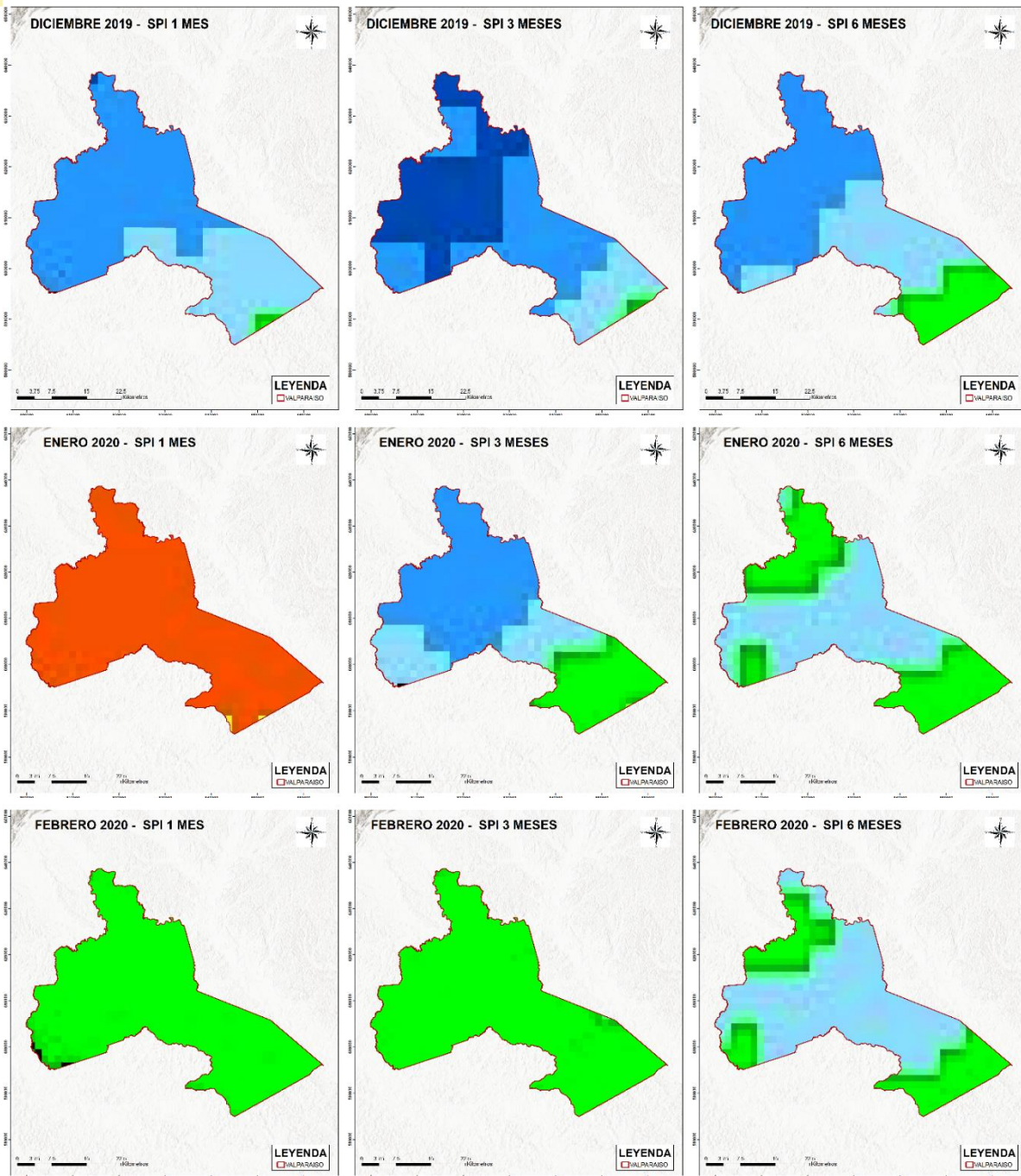
Fuente: (IDEAM, 2017)

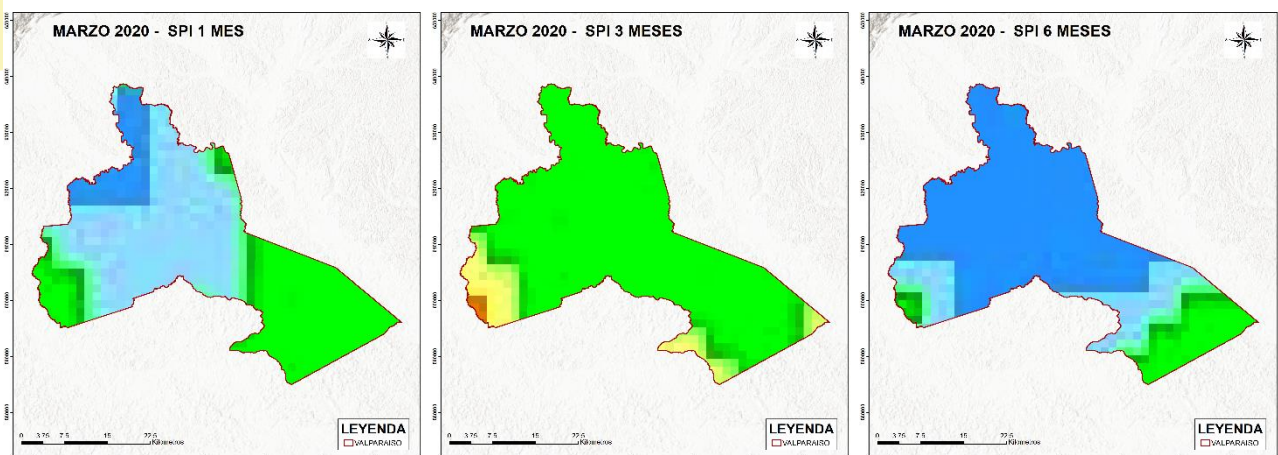
El SPI de un mes, es similar al que se obtiene calculando el porcentaje de precipitación del mes, con relación al promedio. El SPI de 1 mes simplemente compara el total de precipitación de ese mes en particular, con el total de la precipitación del promedio de ese mes para toda la serie. El SPI de 3 meses compara acumulados de 3 meses. Por ejemplo, el SPI de noviembre, refleja el acumulado de septiembre, octubre y noviembre. Proporciona una estimación intra-estacional y es ideal para ser utilizado en aplicaciones agrícolas, igual que el SPI 1, ya que, en cultivos herbáceos o plantas de poco corte, la humedad en el suelo es vital y depende de eventos submensuales. El SPI de 6 meses indica tendencias de precipitación cercanas al mediano plazo y puede ser eficaz para evidenciar la precipitación estacional. (IDEAM, 2017)

Para el municipio de Valparaíso en la Figura 80 muestra el índice de precipitación estandarizada de los meses de diciembre de 2019 y enero, febrero y marzo del año 2020, con los acumulados de 1 mes, 3 meses y 6 meses respectivamente.



Figura 80. Índice de precipitación estandarizado para el municipio de Valparaíso





Fuente: (IDEAM, 2017)

Para el mes de diciembre se tienen valores de SPI extremadamente húmedo y moderadamente húmedo, manteniéndose en enero para el acumulado de 1, 3 y 6 meses. En el mes de enero para el acumulado de un mes se tienen categorías extrema y moderadamente seco, en contraste con los acumulados de 3 y 6 meses en donde se tienen valores normales y moderada y extremadamente húmedo. Para el mes de febrero los tres acumulados corresponden a índices normales y moderadamente húmedos y al igual que el mes de marzo. De esto se puede deducir que las sequías de tipo agrícola que pueden afectar los cultivos de la comunidad presente en los territorios se presentan en los meses de enero y marzo, que a su vez corresponden a meses de verano

Esto coincide con la información encontrada en fuentes secundarias y suministrada por la comunidad en donde se tienen 10 reportes de sequías asociadas principalmente a las fuentes de agua de las que se abastecen (ver Tabla 27 y Figura 81).

Tabla 27. Sequías reportadas para el municipio de Valparaíso

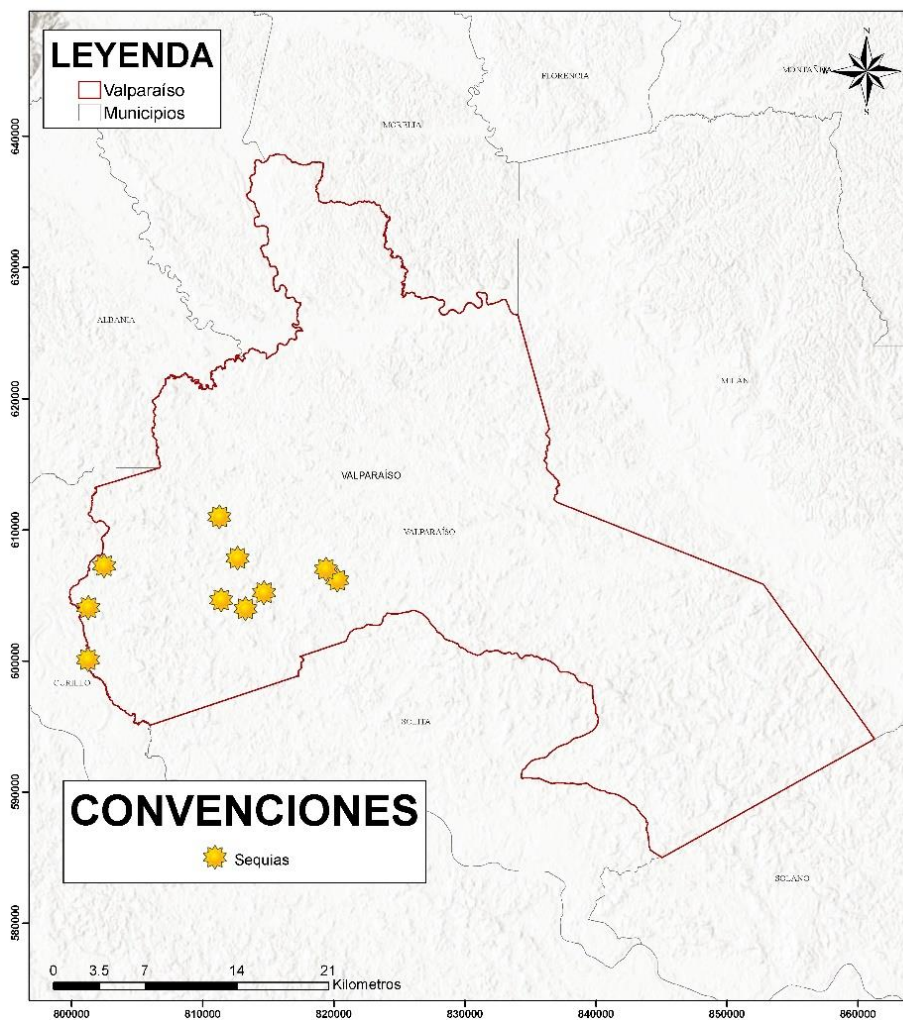
Tipo de evento	Municipio	Referencia geográfica	Fuente	Coordenada (X)	Coordenada (Y)
Sequía	Valparaíso	Delicias Canelo	Comunidad-talleres diagnóstico	801256.02	600073.82
Sequía	Valparaíso	Miravalle Santropel	Comunidad-talleres diagnóstico	801289.89	604053.16
Sequía	Valparaíso	Los Ángeles	Comunidad-talleres diagnóstico	802492.16	607236.63
Sequía	Valparaíso	Galilea	Comunidad-talleres diagnóstico	811280.57	610978.91
Sequía	Valparaíso	Las Acacias	Comunidad-talleres diagnóstico	811416.04	604628.89
Sequía	Valparaíso	Los Cedros	Comunidad-talleres diagnóstico	812669.11	607829.30



Tipo de evento	Municipio	Referencia geográfica	Fuente	Coordenada (X)	Coordenada (Y)
Sequía	Valparaíso	La Tigra	Comunidad-talleres diagnóstico	813278.71	603968.49
Sequía	Valparaíso	Argentina Baja	Comunidad-talleres diagnóstico	814684.18	605187.69
Sequía	Valparaíso	Palestina	Comunidad-talleres diagnóstico	819408.59	606982.63
Sequía	Valparaíso	Santa Elena Alta	Comunidad-talleres diagnóstico	820289.13	606152.90

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 81. Sequías reportadas en el municipio de Valparaíso



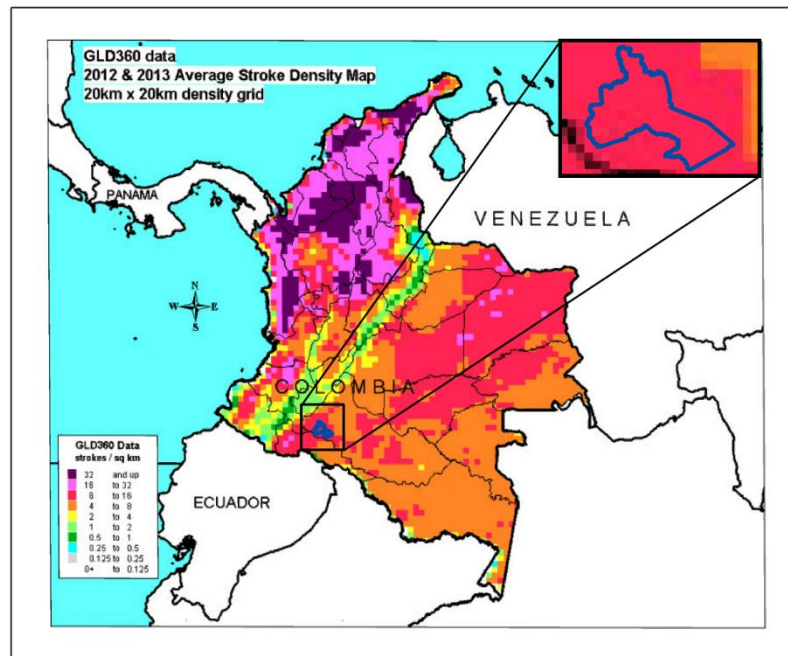


3.6.4 Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas son fenómenos meteorológicos, que se originan por la concurrencia de varias condiciones atmosféricas mediante procesos físicos involucrando variaciones de la presión, temperatura, humedad, precipitación y las condiciones de inestabilidad atmosférica (Montoya, 2019).

La Figura 82 se muestra el mapa de tormentas eléctricas para Colombia, donde el departamento de Caquetá registra una densidad de tormentas eléctricas entre 9 a 16 por km². En la Figura 83 como en la Tabla 28 se muestran los datos de tormentas eléctricas (11 eventos) en el municipio de Valparaíso que fueron aportados en los talleres con la comunidad del municipio.

Figura 82. Mapa de tormentas eléctricas en Colombia



Fuente: (Navarrete-aldana, Cooper, & Holle, 2014)

Tabla 28 Tormentas eléctricas en el municipio de Valparaíso

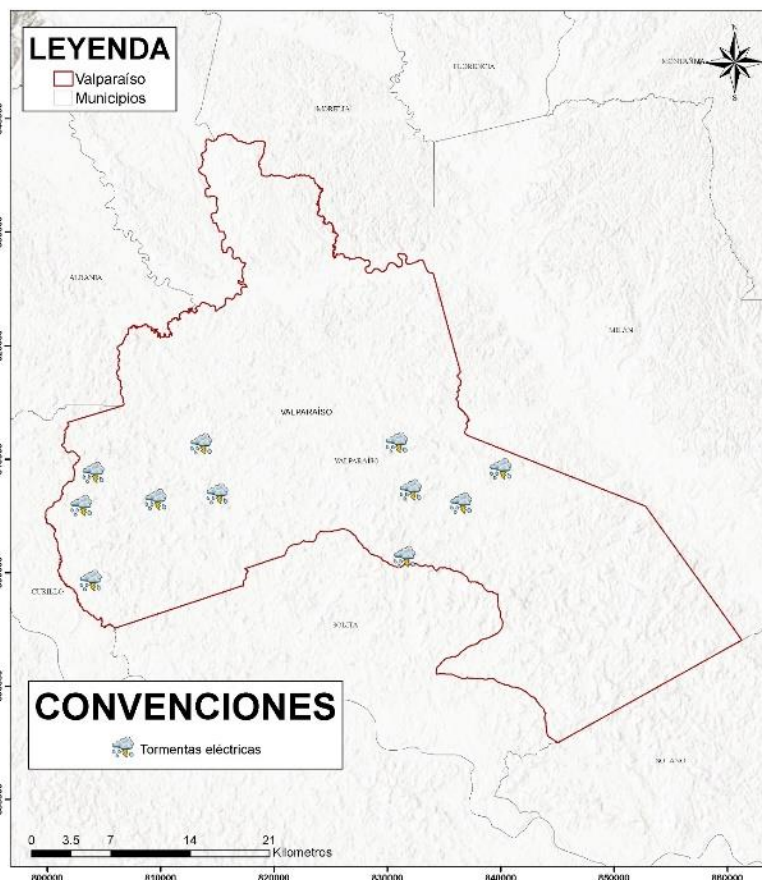
Tipo de evento	Municipio	Referencia geográfica	Fuente	Coordenada (X)	Coordenada (Y)
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Miravalle Santropel	Comunidad-talleres diagnóstico	803030.85	605892.55
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Delicias Canelo	Comunidad-talleres diagnóstico	803843.65	599271.60
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Los Ángeles	Comunidad-talleres diagnóstico	804063.78	608805.09
Tormenta eléctrica	Valparaíso	El Cedral	Comunidad-talleres diagnóstico	809584.06	606417.48
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Santa Fe	Comunidad-talleres diagnóstico	813614.20	611328.16



Tipo de evento	Municipio	Referencia geográfica	Fuente	Coordenada (X)	Coordenada (Y)
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Argentina Alta	Comunidad-talleres diagnóstico	815002.74	606925.48
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Playa Rica	Comunidad-talleres diagnóstico	830828.86	611434.88
Tormenta eléctrica	Valparaíso	La Macarena	Comunidad-talleres diagnóstico	831527.36	601370.11
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Los Laureles	Comunidad-talleres diagnóstico	832067.12	607275.62
Tormenta eléctrica	Valparaíso	La Vicenta	Comunidad-talleres diagnóstico	836512.12	606100.87
Tormenta eléctrica	Valparaíso	Bello Horizonte	Comunidad-talleres diagnóstico	840004.63	609117.13

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 83. Mapa de amenaza por tormentas eléctricas en el municipio de Valparaíso





3.6.5 Sismos

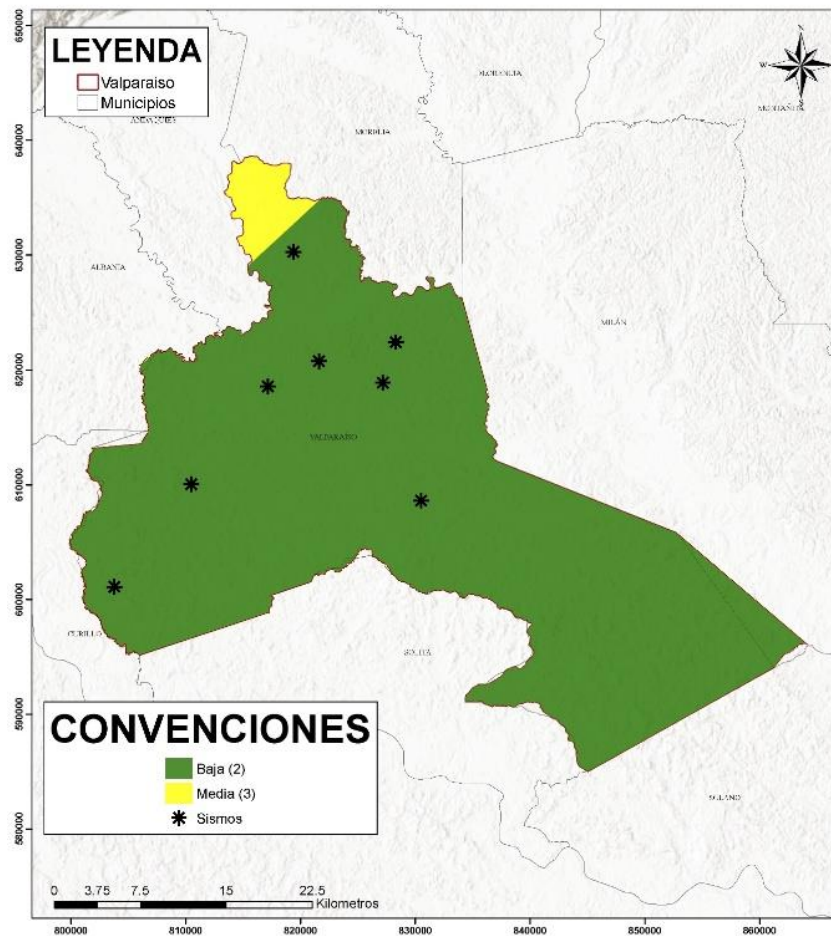
En los registros recientes de sismicidad se reportan múltiples eventos sísmicos (8 eventos, Tabla 29), De acuerdo con los estudios diagnósticos realizados por el Servicio Geológico Colombiano para evaluar la amenaza sísmica a nivel nacional, el municipio de Valparaíso se encuentra en zonificación por intensidad esperada baja hacia el sur y moderada hacia el norte (Figura 84).

Tabla 29. Eventos de sismos en el municipio de Valparaíso

Fecha	Tipo de evento	Municipio	Referencia geográfica	Fuente	Coordenada (X)	Coordenada (Y)	Observaciones
28/01/2001	Sismo	Valparaíso		SGC	803798.12	601067.07	Magnitud 2.1
25/03/1999	Sismo	Valparaíso		SGC	810484.15	610024.11	Magnitud 1.5
20/07/2006	Sismo	Valparaíso		SGC	817169.75	618538.25	Magnitud 2
30/01/2003	Sismo	Valparaíso		SGC	819403.56	630262.63	Magnitud 2.5
20/06/2010	Sismo	Valparaíso		SGC	821624.69	620748.09	Magnitud 2.3
12/07/2004	Sismo	Valparaíso		SGC	827190.62	618864.50	Magnitud 2.5
16/12/1995	Sismo	Valparaíso		SGC	828305.94	622403.58	Magnitud 1.9
8/08/2001	Sismo	Valparaíso		SGC	830525.48	608575.61	Magnitud 2.6

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Figura 84. Mapa por amenaza sísmica en el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020



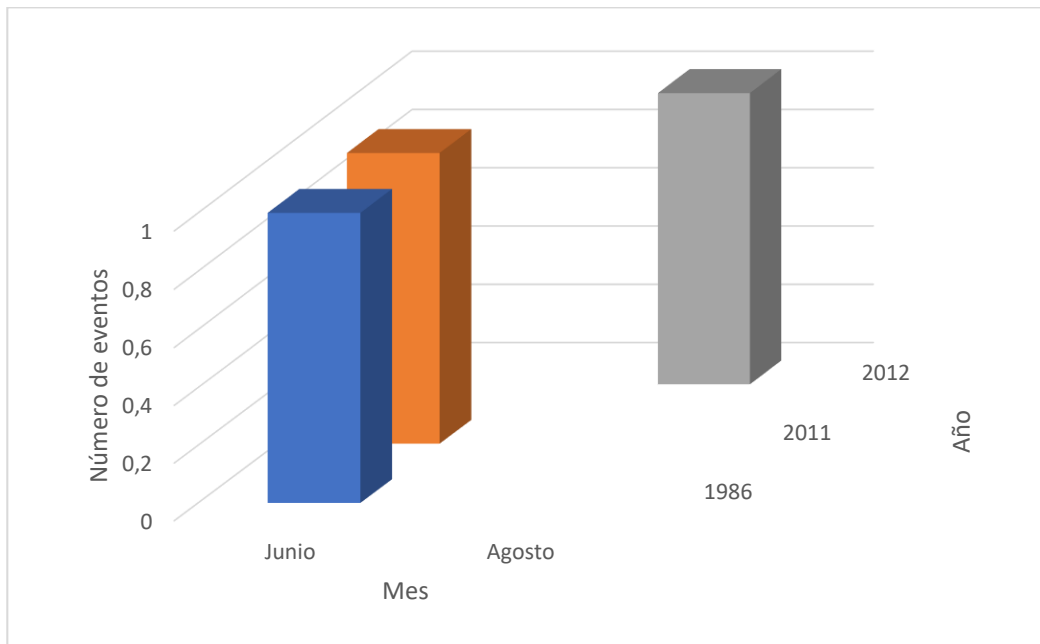
3.6.6 Vendavales

Los vendavales son definidos como fenómenos de tipo atmosférico, caracterizados por vientos intensos y de grandes velocidades, que se encuentran entre los 46 y 80 kilómetros por hora, los cuales pueden llegar a causar daños en la infraestructura (edificaciones, estructuras de energía), caídas de árboles y posibles daños en cultivos. En el departamento de Caquetá estos eventos suelen ser comunes por causa de las corrientes de aire provenientes de la Amazonía, además, el aumento de la deforestación ha intensificado estos eventos, por lo cual se considera necesario identificar la amenaza por vendavales para así poder establecer medidas de intervención para la gestión de riesgo.

Para el municipio de Valparaíso se cuenta con una base de datos la cual es mencionada en el apartado 2 EVENTOS HISTÓRICOS, donde se tiene una recopilación de los eventos de vendavales obtenida de fuentes como el Des inventar y la comunidad con aportes hechos en los talleres de participación, estos últimos se encuentran especializados gracias a la identificación realizada por la comunidad, por lo cual se debe tener en cuenta que estos poseen cierto grado de incertidumbre espacial.

Un vendaval se genera principalmente en las épocas del año donde ocurre la transición entre el periodo de lluvias y el periodo seco, es originado debido a las altas temperaturas que se presentan en el día, que ocasionan una rápida evaporación del agua presente en la superficie, este vapor de agua sube rápidamente y disminuye su temperatura, lo que ocasiona que descienda y así se forman las corrientes de aire y las precipitaciones, que en el caso de un vendaval son de alta intensidad. En el estudio actual se toman los datos reportados por el Des inventar, los cuales tienen información acerca del mes en el que se presentan estos eventos y los datos de temperatura media mensual presentados en la Figura 68, con esta información se realizó un análisis comparativo de los meses en que los eventos ocurren y las temperaturas promedio de cada mes, con el fin de establecer una relación entre la temperatura y la ocurrencia de un vendaval.

Figura 85. Vendavales registrados para el municipio de Valparaíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

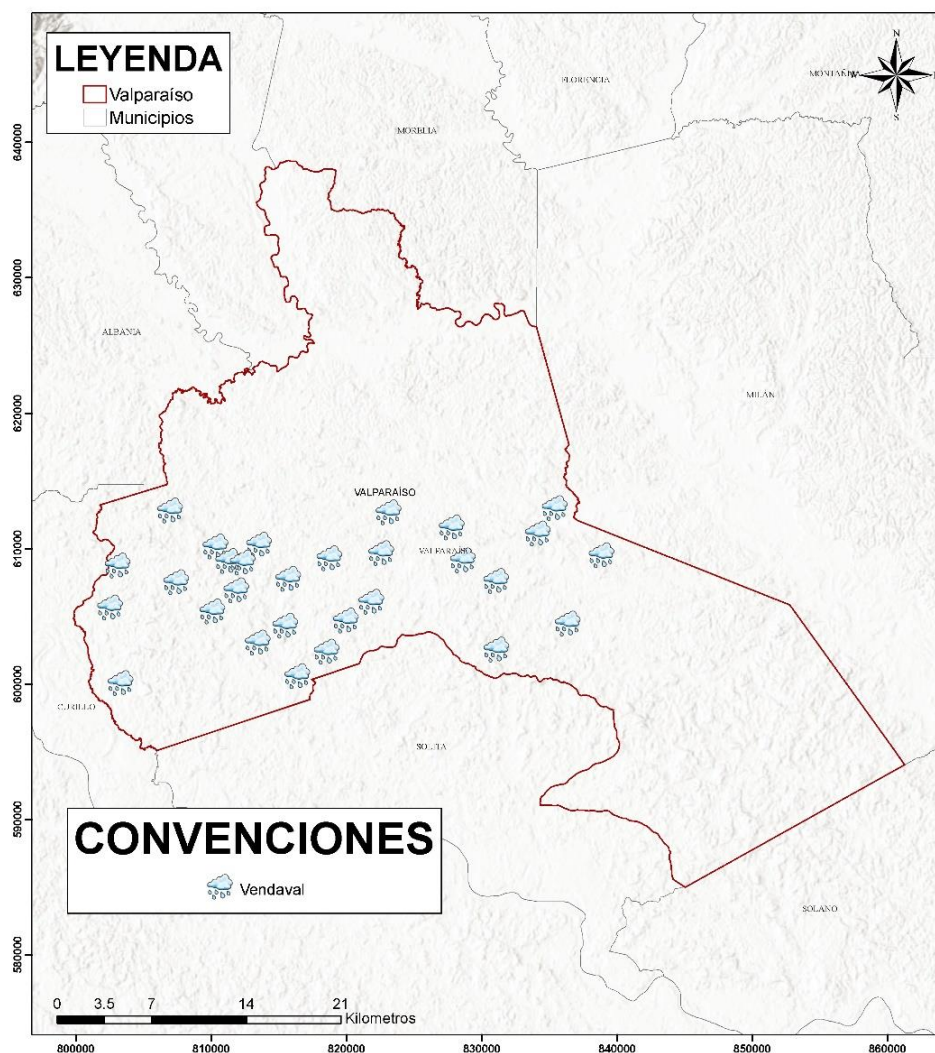
De acuerdo al análisis realizado, se puede establecer una relación entre los meses en los que ocurren los eventos con los meses donde ocurre la transición de los periodos secos a húmedos y viceversa, esto se evidencia en que para el mes de junio, donde se reportan dos eventos de vendavales para el año 1986 y 2011, se da un proceso de transición entre el periodo húmedo a seco, y se reporta un descenso de la temperatura, sin embargo como se



mencionó anteriormente, los vendavales ocurren cuando se tiene un aumento en la temperatura, por lo tanto para estos eventos se puede inferir que ocurrió un aumento en la temperatura atípico para el mes de junio.

Con respecto al vendaval registrado para el mes de agosto, este es relacionado de igual forma con la transición del periodo seco al húmedo, en este caso se tienen reportes del aumento de la temperatura del mes de agosto. Los eventos de vendavales pueden ocurrir en cualquier época del año siempre y cuando se cuente con las condiciones adecuadas para su formación, sin embargo, para el municipio de Valparaíso se pueden identificar ciertos periodos del año en los cuales hay una mayor probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos, correspondientes a los meses de junio y agosto. Por otra parte, con la información reportada por la comunidad sobre la localización de vendavales ocurridos en el pasado, se puede observar que estos se concentran principalmente en el centro del municipio.

Figura 86. Vendavales identificados por la comunidad para el municipio de Valparaíso



4 ÁREAS CON CONDICIÓN DE AMENAZA

Siguiendo el decreto 1807 de 2014, se realiza la zonificación y delimitación de las áreas con condición de riesgo, en las que se hace necesaria su priorización para realizar estudios detallados.

Dentro del párrafo 1 del artículo 3 del decreto en cuestión se define la condición de amenaza como:

...“Zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo POT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo”..

Tabla 30. Condición de amenaza por tipo de suelo

Tipo de suelo	Clasificación	Condición de amenaza		Criterio de selección
		SI	NO	
Suelo Rural	Rural		x	No aplica
	Suburbano	x		Áreas (predios) en amenaza alta y media que no estén construidas y sean propuestas como zonas para desarrollo.
	Centros poblados	x		
Suelo urbano		x		
Suelo de expansión urbana		x		

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

4.1 Áreas con condición de amenaza por avenidas torrenciales

4.1.1 Suelo rural

Teniendo en cuenta que la identificación de la condición amenaza por avenidas torrenciales se realiza con base en la zonificación de este evento amenazante y que para el municipio de Valparaíso solo se encontró la categoría de amenaza baja por avenidas torrenciales, no existirán áreas en condición de amenaza.

4.1.2 Suelo urbano y de expansión

Como es mencionado anteriormente, para todo el municipio de Valparaíso presenta únicamente la categoría de amenaza baja por avenidas torrenciales, por lo tanto, en el perímetro urbano no existen áreas en condición de amenaza.

4.2 Áreas con condición de amenaza por movimientos en masa

4.2.1 Suelo rural

Las áreas con condición de amenaza son definidas como aquellas zonas que se encuentran en categoría de amenaza media y alta, no se encuentran construidas y son propuestas como zonas de desarrollo, para el suelo rural estas zonas corresponden a la clasificación de suelo suburbano. De acuerdo con los resultados obtenidos de la zonificación de amenaza por movimientos en masa en suelo rural, junto con el modelo de ocupación propuesto, se determina que el municipio de Valparaíso no cuenta con áreas clasificadas en amenaza media o alta por movimientos en masa en el área propuesta de suelo rural suburbano, por lo tanto, no se identificaron áreas en condición de amenaza por este fenómeno

4.2.2 Suelo urbano y de expansión

La condición de amenaza por movimientos en masa para un municipio se define a partir de las zonas de amenaza media y alta por este evento, con base en lo anterior y que, para la cabecera municipal y centros poblados de Valparaíso, no se definieron estas categorías de amenaza, no se establecieron zonas con condición de amenaza por este tipo de evento.

4.3 Áreas con condición de amenaza por inundaciones

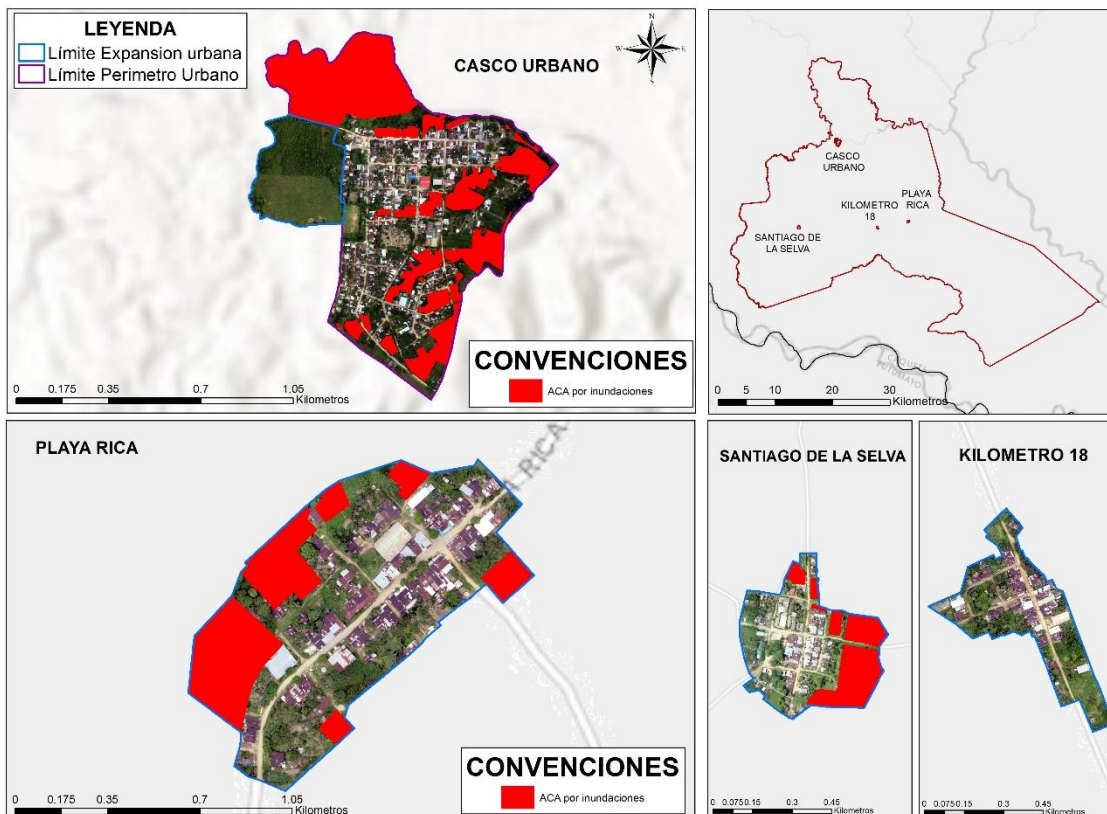
4.3.1 Suelo rural

Para el municipio de Valparaíso no se identificaron áreas zonificadas en amenaza media o alta dentro de los polígonos propuestos de suelo rural suburbano, por tal motivo no se reconocen áreas con condición de amenaza por inundación en suelo rural.

4.3.2 Suelo urbano

Las zonas definidas como áreas con condición de amenaza por inundaciones para el suelo urbano se muestran en la Figura 87 y fueron definidas a partir de la zonificación de este evento amenazante. De acuerdo a la Tabla 31, las áreas con condición de amenaza por inundaciones ocupan 26.44 Ha de la cabecera municipal de Valparaíso, 1.217 Ha del centro poblado de Playa Rica y 3.244 Ha de Santiago de la Selva, mientras que para el centro poblado de Kilometro 18 no se presentan áreas en condición de amenaza por inundaciones ya que la zonificación de este evento en los suelos urbanos y de expansión es de categoría baja.

Figura 87. Áreas con condición de amenaza por inundaciones en el suelo urbano



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Tabla 31. Áreas en condición de amenaza por centro poblado

Centro Poblado	Área en condición de amenaza (Ha)
Valparaíso	26.44
Km 18	No presenta
Playa Rica	1.217
Santiago de la Selva	3.244

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

5 ÁREAS CON CONDICIÓN DE RIESGO

De acuerdo a lo establecido en dentro del parágrafo 1 del artículo 3 del decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de riesgo corresponden a:

...” zonas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos e infraestructura de servicios públicos...”

Teniendo en cuenta lo anteriormente definido, se establecieron los elementos expuestos a zonas de amenaza alta, con el fin de delimitar y zonificar el riesgo existente para el municipio de Valparaíso.

Tabla 32. Condición de riesgo por tipo de suelo

Tipo de suelo	Clasificación	Condición de riesgo		Criterio de selección
		SI	NO	
Suelo Rural	Rural	x		Áreas (predios) en amenaza alta que urbanizadas edificadas u ocupadas, que presenten elementos del sistema vial, infraestructura o servicios público tales como malla vial rural, malla vial urbana, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistema de alcantarillado, edificaciones entre otros.
	Suburbano	x		
	Centros poblados	x		
Suelo urbano		x		
Suelo de expansión urbana		x		

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

5.1 Áreas con condición de riesgo por avenidas torrenciales

5.1.1 Suelo rural

Las áreas con condición de riesgo por avenidas torrenciales corresponden a las zonas que se encuentran urbanizadas u ocupadas, con algún sistema vial, o de infraestructura que se encuentran sobre categoría alta de amenaza por este evento. En este caso el fenómeno de avenidas torrenciales fue identificado como amenaza con una categoría baja para todo el municipio, por lo cual no se tienen áreas con condición de riesgo por este evento.

5.1.2 *Suelo urbano y de expansión*

Con base en que para el municipio de Valparaíso no se definieron zonas con amenaza alta por avenidas torrenciales y ya que la condición de riesgo se define a partir de dichas zonas, para la cabecera municipal y centros poblados de este municipio, no existirán zonas con condición de riesgo por este tipo de evento amenazante.

5.2 Áreas con condición de riesgo por movimientos en masa

5.2.1 *Suelo rural*

Las áreas con condición de riesgo por movimientos en masa son definidas como zonas construidas, desarrolladas con alguna infraestructura sistema vial, que se encuentran sobre amenaza alta por este fenómeno. Para el suelo rural en el municipio de Valparaíso la amenaza por movimiento en masa se encuentra categorizada como media y baja, por lo tanto, no se reconocen áreas con condición de riesgo por este evento.

5.2.2 *Suelo urbano y de expansión*

Las zonas con condición de riesgo por movimientos en masa corresponden a construcciones o edificaciones localizadas en amenaza alta por este tipo de evento. Como se mencionó anteriormente, para el municipio de Valparaíso la zonificación de amenaza por este tipo de evento corresponde a la categoría baja para todo el perímetro urbano, por lo cual no se definieron zonas con condición de riesgo por movimientos en masa.

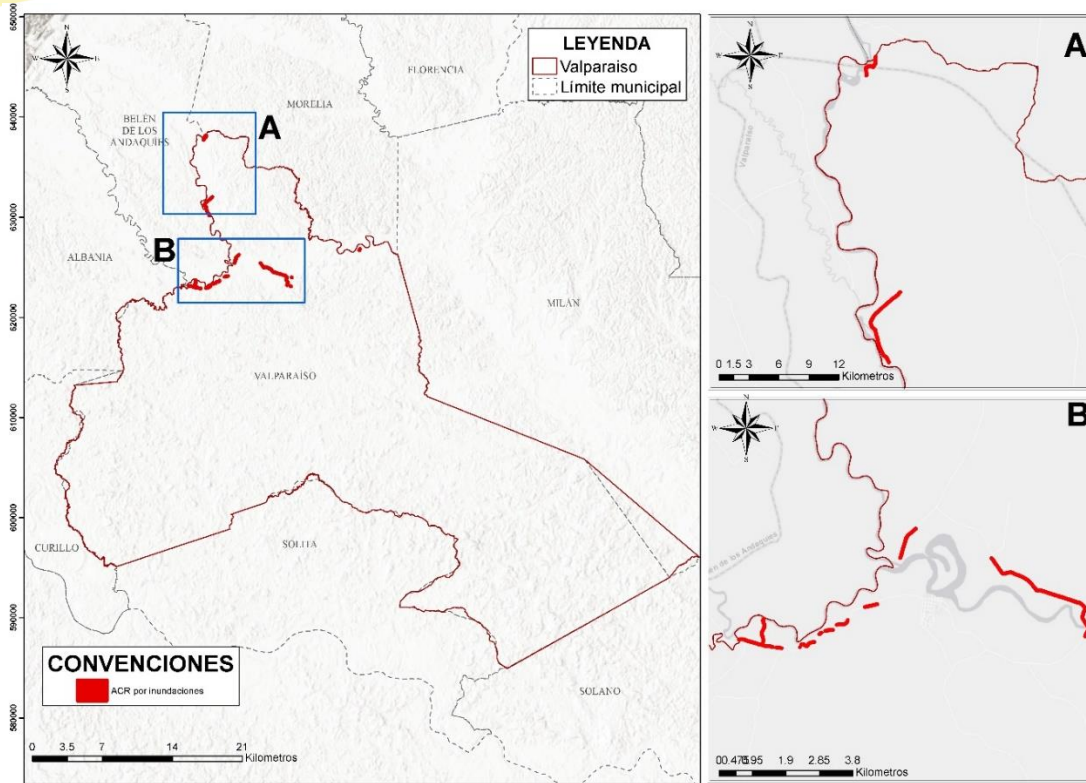
5.3 Áreas con condición de riesgo por inundaciones

5.3.1 *Suelo rural*

Se identificaron zonas con condición de riesgo por inundaciones para el suelo rural del municipio de Valparaíso, las cuales abarcan un área de 7.92 Ha, estas zonas corresponden a vías de transporte que se encuentran sobre la categoría alta de amenaza por inundaciones, y se encuentran hacia el norte del municipio Figura 88.



Figura 88. Áreas con condición de riesgo por inundaciones en suelo rural



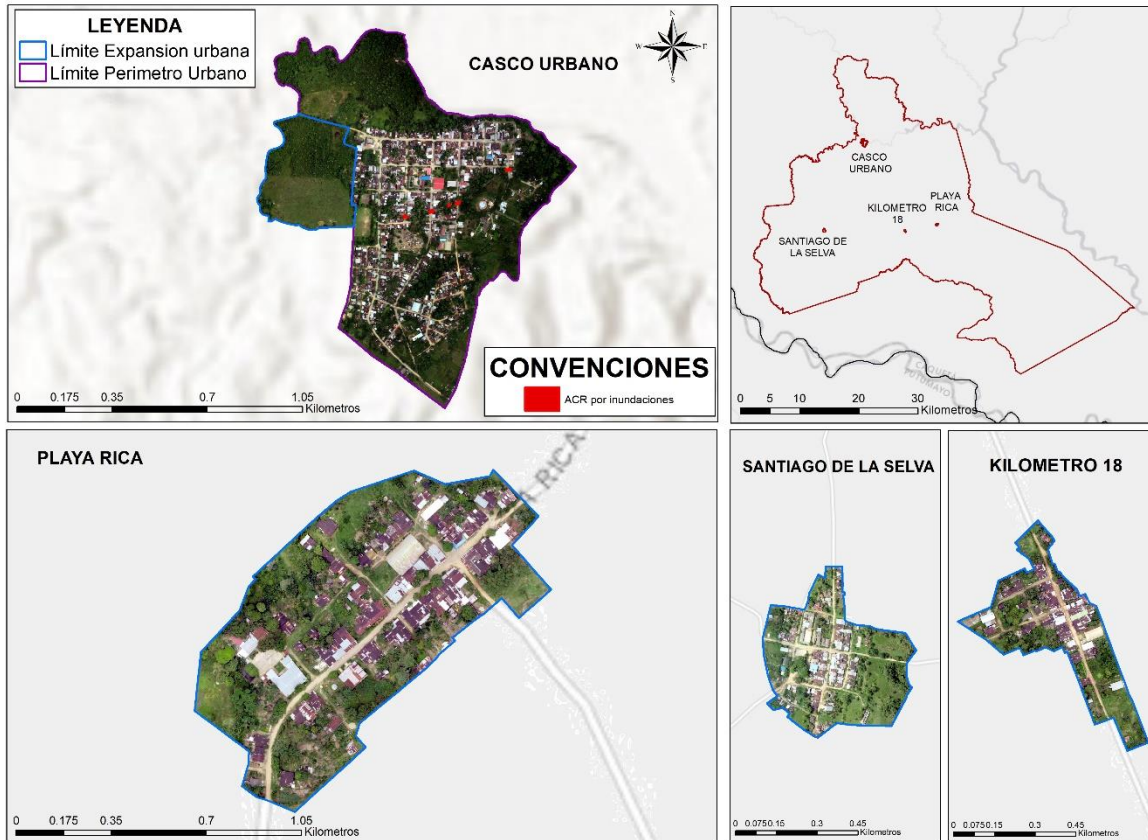
Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

5.3.2 Suelo urbano y de expansión

Las áreas con condición de riesgo por inundaciones para los suelos urbanos y de expansión fueron identificadas únicamente en la cabecera municipal, ya que en esta se encontraron construcciones, vías, redes eléctricas y de alcantarillado sobre amenaza alta por este evento, ocupando un área de 0.044 Ha (Tabla 33).

Con respecto a los centros poblados, no fueron identificadas áreas urbanizadas u ocupadas por algún sistema de redes, alcantarillado o vías que se encontraran sobre amenaza alta, por lo tanto, no se presentan zonas en condición de riesgo.

Figura 89. Áreas con condición de riesgo por inundaciones en el suelo urbano



Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

Tabla 33. Áreas en condición de riesgo por inundaciones

Centro Poblado	Área en condición de riesgo (Ha)
Valparaíso	0.044
Km 18	No presenta
Playa Rica	No presenta
Santiago de la Selva	No presenta

Fuente: Equipo Técnico EOT Valparaíso 2020

6 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN Y PRIORIZACIÓN PARA ESTUDIOS DE DETALLE

6.1 Movimientos en masa

El presente capítulo busca disminuir las condiciones de amenaza y riesgo que se presentan actualmente en el municipio y prever el surgimiento de nuevas áreas con condiciones de este tipo, esto se realiza a partir de los análisis anteriormente presentados.

6.1.1 *Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención*

Las medidas de intervención no estructurales comprenden las políticas, medidas y advertencias para el desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública que ayudan a la mitigación del riesgo (Graham, 1999). De acuerdo a la zonificación presentada anteriormente se describen posibles medidas de intervención que pueden ser implementadas en el municipio para la prevención de desastres.

- Reconocer las comunidades que se encuentran expuestas a posibles afectaciones por los fenómenos de movimientos en masa con el fin de llevar a cabo campañas de enseñanza sobre la prevención y atención en caso de desastres
- Mejorar los organismos de control de desastres del municipio, con el fin estar preparados ante los casos de emergencia que se puedan presentar en el municipio debido al fenómeno de movimientos en masa.
- Capacitar a los habitantes del municipio a través de cursos, conferencias, para la divulgación de la información y los factores condicionantes que influyen en el fenómeno, con el fin de prevenir a la comunidad de cualquier desastre.
- Sistemas de alerta temprana:

Ejecutar sistemas de alerta temprana, de fácil acceso y de rápida difusión para poder identificar y divulgar rápidamente los eventos de desastres. Estos sistemas se implementan con el fin de dar aviso a la población de un evento de movimiento en masa para reducir significativamente el número de víctimas afectadas por este fenómeno, ya que son una herramienta fundamental para iniciar y llevar a cabo los procedimientos de evacuación.

El aviso a la población en riesgo puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza (cuando se observa inestabilidad en el terreno, principalmente en zonas escarpadas) o bien indirectamente a partir de otras fuentes (Jonkman, 2007), como:

- Medios de comunicación: radio, Internet, televisión, etc.
- Sistemas de alerta: altavoces, bando, sirenas, etc.
- Difusión individual: personal de emergencias, fuerzas de seguridad, redes sociales, etc.
- Otros sistemas: llamadas de teléfono, mensajes de texto, etc.
- Realizar estudios detallados en las zonas identificadas anteriormente con amenaza por movimientos en masa, con el fin de tomar medidas correctivas en las zonas que presenten un peligro latente.
- **Elaboración, actualización y articulación de los instrumentos de planificación y los procesos de la Gestión del riesgo:** La ley 1523 de 2012 menciona los instrumentos de planificación entre los cuales se encuentran el Plan Municipal de Gestión del Riesgo (Art 32 y 37) , la Estrategia Municipal para la Respuesta (Art 37), y el Plan de Acción Específico para la recuperación (Art 61), creados con el fin de cumplir los objetivos específicos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, los cuales son conocimiento, reducción y manejo del riesgo. Por esta razón es importante elaborar y actualizar los instrumentos de planificación.
 - **Actualización del Plan de Gestión del Riesgo Municipal:** el PMGRD incorpora las acciones correspondientes a los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y parcialmente de manejo de desastres: en lo que tiene que ver con la preparación



- **Actualización de la Estrategia de Respuesta Municipal:** la Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias - EMRE, es el marco de actuación para ejecutar los servicios de respuesta a emergencias de manera oportuna y efectiva. El objetivo de la EMRE es la efectividad en la prestación de los servicios de respuesta. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación, la cual consiste en acciones previas de coordinación, implementación de sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, instalación de centros de reserva y albergues, y entrenamiento. Estas actividades previas implican financiamiento y deben ser objeto de planeamiento en virtud de los escenarios de riesgo y prioridades municipales. Dicho planeamiento se da por medio del Plan de Gestión del Riesgo Municipal
- **Elaboración del Plan de acción específico para la Recuperación:** el PAER contiene las acciones para rehabilitar y reconstruir según sea el daño y sus opciones de recuperación en perspectiva de desarrollo sostenible

6.1.2 Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas de intervención estructurales para mitigar el riesgo por movimientos en masa consisten en la construcción de procesos de estabilización, con el fin de minimizar la vulnerabilidad y el riesgo para garantizar la seguridad de las personas, sus bienes y atender eficientemente una contingencia y mitigar los efectos de un desastre, entre otros (Sarli, 2005). Existen obras de mitigación se varios tipos, estas se clasifican según el objetivo (Tabla 34).

Tabla 34. Procesos y técnicas constructivas de estabilización

Proceso constructivo	Tipo	Objetivo
Rectificación geométrica	Abatimiento del talud Remoción de cresta Conformación de terrazas Contrapeso	Disminuir las fuerzas actuantes sobre la ladera y/o aumentar las fuerzas resistentes que se oponen al deslizamiento
Elementos de drenaje	Zanjas de drenaje Drenes horizontales Pozos de alivio Pantallas drenantes Galerías filtrantes	Captar, conducir y eliminar el agua de escurrimiento superficial y/o disminuir la presión neutral o agua intersticial de los poros que afecta la resistencia de los materiales de la ladera
Elementos estructurales refuerzo	Barrera de pilotes Anclas Gravedad Cantiliver	Incrementar la resistencia cortante del terreno
Muros de contención	Contrafuertes o estribos Tierra armada Celular Gaviones	Soportar la presión que ejercen las masas de tierra o roca inestables
Protección superficial	Mallas metálicas Concreto lanzado Geosintéticos Vegetación	Evitar la caída de los materiales superficiales, reducir la erosión y meteorización, y minimizar la infiltración de agua de escurrimiento

Fuente: (Sarli, 2005)

Sin embargo, las medidas estructurales se realizarán en las zonas de afectación determinadas por medio de estudios de detalle, en el momento se presentan las siguientes medidas:

- Retomar la medida propuesta en el Plan municipal para la gestión del riesgo de desastres donde se plantea no construir viviendas y realizar obras de públicas en lugares que se encuentren con riesgo



- Realizar obras de intervención adecuadas para la mitigación del riesgo provocado por fenómenos de movimientos en masa, en las zonas determinadas con condición de riesgo según los estudios detallados que se realicen.

6.1.3 Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle

Según la zonificación de la amenaza por movimientos en masa presentada en el estudio actual, para el municipio de Valparaíso se encuentra la categoría de amenaza media y baja, y no se presentan áreas con condición de riesgo y/o amenaza, por lo tanto, no se identifican zonas priorizadas.

6.2 Inundaciones

6.2.1 Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas de intervención no estructurales comprenden las políticas, medidas y advertencias para el desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública que ayudan a la mitigación del riesgo (Graham, 1999). De acuerdo a la zonificación presentada anteriormente se describen posibles medidas de intervención que pueden ser implementadas en el municipio para la prevención de desastres.

- Reconocer las comunidades que se encuentran expuestas a posibles afectaciones por los fenómenos de inundaciones con el fin de llevar a cabo campañas de enseñanza sobre la prevención y atención en caso de desastres
- Mejorar los organismos de control de desastres del municipio, con el fin de estar preparados ante los casos de emergencia que se puedan presentar en el municipio debido al fenómeno de inundación.
- Capacitar a los habitantes del municipio a través de cursos, conferencias, para la divulgación de la información y los factores condicionantes que influyen en el fenómeno, con el fin de prevenir a la comunidad de cualquier desastre.
- Sistemas de alerta temprana:

Ejecutar sistemas de alerta temprana, de fácil acceso y de rápida difusión para poder identificar y divulgar rápidamente los eventos de desastres. Estos sistemas se implementan con el fin de dar aviso a la población de un evento de inundación para reducir significativamente el número de víctimas afectadas por este fenómeno, ya que son una herramienta fundamental para iniciar y llevar a cabo los procedimientos de evacuación.

El aviso a la población en riesgo puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza (cuando se observa un aumento del nivel del agua en el cauce) o bien indirectamente a partir de otras fuentes (Jonkman, 2007), como:

- Medios de comunicación: radio, Internet, televisión, etc.
- Sistemas de alerta: altavoces, bando, sirenas, etc.
- Difusión individual: personal de emergencias, fuerzas de seguridad, redes sociales, etc.
- Otros sistemas: llamadas de teléfono, mensajes de texto, etc.
- Realizar estudios detallados en las zonas identificadas anteriormente con amenaza por inundaciones, con el fin de tomar medidas correctivas en las zonas que presenten un peligro latente.
- **Elaboración, actualización y articulación de los instrumentos de planificación y los procesos de la Gestión del riesgo:** La ley 1523 de 2012 menciona los instrumentos de planificación entre los cuales se encuentran el Plan Municipal de Gestión del Riesgo (Art 32 y 37) , la Estrategia Municipal para la Respuesta (Art 37), y el Plan de Acción Específico para la recuperación (Art 61), creados con el fin de cumplir los objetivos específicos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, los cuales son conocimiento, reducción y manejo del riesgo. Por esta razón es importante elaborar y actualizar los instrumentos de planificación.



- **Actualización del Plan de Gestión del Riesgo Municipal:** el PMGRD incorpora las acciones correspondientes a los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y parcialmente de manejo de desastres: en lo que tiene que ver con la preparación
- **Actualización de la Estrategia de Respuesta Municipal:** la Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias - EMRE, es el marco de actuación para ejecutar los servicios de respuesta a emergencias de manera oportuna y efectiva. El objetivo de la EMRE es la efectividad en la prestación de los servicios de respuesta. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación, la cual consiste en acciones previas de coordinación, implementación de sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, instalación de centros de reserva y albergues, y entrenamiento. Estas actividades previas implican financiamiento y deben ser objeto de planeamiento en virtud de los escenarios de riesgo y prioridades municipales. Dicho planeamiento se da por medio del Plan de Gestión del Riesgo Municipal
- **Elaboración del Plan de acción específico para la Recuperación:** el PAER contiene las acciones para rehabilitar y reconstruir según sea el daño y sus opciones de recuperación en perspectiva de desarrollo sostenible

6.2.2 *Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención*

El diseño y construcción de obras civiles realizado para la protección de áreas respecto a la ocurrencia de inundaciones, corresponde al desarrollo de medidas estructurales para la reducción del riesgo. De acuerdo a la función o el objetivo de dichas estrategias, estas se pueden dividir en tres grupos caso (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez , & Perales Momparler, 2010).

- **Estructuras de retención:** El objetivo principal de estas estructuras es el retener el agua para así prevenir futuras inundaciones, las cuales pueden llegar a ocasionar daños o fallos en las estructuras de retención o en otras que queden aguas abajo a la descarga. Los ejemplos más comunes corresponden a presas y embalses situados aguas arriba de zonas urbanas. (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez , & Perales Momparler, 2010).
- **Estructuras de protección:** Estas tiene como fin el proteger directamente la zona urbana, impidiendo así que el nivel del agua llegué a dicha área, un claro ejemplo son los diques o los encauzamientos que fuerzan al agua a discurrir por un determinado lugar. Estas estructuras aportan protección frente inundaciones fluviales y marítimas. (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez , & Perales Momparler, 2010).
- **Sistemas de drenaje:** Estos sistemas de captación y drenaje son diseñados para encauzar el agua de escorrentía generada en un evento de precipitación, principalmente en zonas urbanas, por lo cual su protección hace referencia a las inundaciones de origen pluvial (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez , & Perales Momparler, 2010).

Es importante resaltar que dichas estructuras deben diseñarse considerando la dinámica natural de los cauces, permitiendo en la medida de lo posible, que se mantenga el régimen natural del río, respetando los cursos naturales del mismo (Urueña Francés & Teixera Gurbindo, 2004).

Sin embargo, las posibles medidas estructurales a realizar en las zonas priorizadas (mencionadas en el numeral 6.2.3) o de mayor afectación, serán determinadas por medio de los estudios de detalle, si se concluye que el riesgo es mitigable.

6.2.3 *Zonas priorizadas*

Según lo establecido en el artículo 4 del decreto 1807 de 2014, se establecen las zonas priorizadas de los estudios detallados de acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios básicos actuales. Para el municipio de Valparaíso fueron identificadas 7.92 hectáreas en condición de riesgo por inundaciones en zona rural, 0.044 hectáreas en condición de riesgo por inundaciones en zona urbana y 26.44 hectáreas en condición de amenaza por inundaciones en zona rural.



Las áreas en condición de riesgo mencionadas anteriormente fueron determinadas donde se presentan elementos expuestos y las áreas con condición de amenaza no presentan elementos construidos, pero son posibles zonas para desarrollar. Por lo anterior, las áreas en condición de riesgo se priorizan sobre las áreas en condición de amenaza para la elaboración de estudios detallados, para evaluar posibles medidas estructurales de mitigación, la cual se realiza en función de los elementos expuestos y las necesidades de cuantificación del riesgo existente.

Teniendo en cuenta lo anterior se definen las áreas a ser priorizadas para la realización de estudios de detalle en el siguiente orden:

1. Para el suelo urbano en la zona central de la cabecera municipal en los barrios de Santa Isabel y Centro, se encuentran algunos segmentos de vías y algunos predios afectados por inundaciones asociados a un drenaje tributario del río Pescado.
2. En el suelo rural unos segmentos de la vía que comunica al municipio de Valparaíso con el municipio de Albania y Belén de los Andaquíes se encuentran en condición de riesgo debido al aumento del nivel del río Fragua Chorro hacia el municipio de Albania y el río Pescado hacia el municipio de Belén de los Andaquíes, esto se presenta hacia el norte del municipio en las veredas de San Pedro Medio, La Rico, San Pedro Bocana, La Esmeralda y La Florida.
3. Para el casco urbano del municipio de Valparaíso en los predios aledaños al río Pescado, debe evaluarse a detalle la amenaza, el riesgo y vulnerabilidad de estos. si se desea desarrollar algún tipo de infraestructura.



7 BIBLIOGRAFÍA

- Euscátegui, C., & Hurtado, G. (2012). *ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL FENÓMENO “LA NIÑA” 2010-2011 EN LA HIDROCLIMATOLOGÍA DEL PAÍS*. Bogotá: IDEAM.
- Aguilar, A. (2005). *Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua*. Mexico: Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM.
- Alcaldía municipal de Valparaíso. (2010). *Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Valparaíso (2010-2019)*. Valparaíso, Caquetá.
- Ávila, G. E., Cubillos, C. E., Granados, A. E., Medina, E., Rodríguez, E. A., Rodríguez, C. E., & Ruiz, G. L. (2015). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogotá, Colombia: Servicio Geológico Colombiano.
- Chen, W., Chai, H., Sun, X., Wang, Q., Ding, X., & Hong, H. (2016). A GIS-based comparative study of frequency ratio, statistical index and weights-of-evidence models in landslide susceptibility mapping. *Geocarto*, 367-385.
- Consultoría y Medio Ambiente C&MA Ltda. (2016). *Evaluación geoambiental e hídrica del proyecto de perforación exploratoria del bloque petrolero El Nogal en los municipios Morelia y Valparaíso - Caquetá, para la defensa del agua y del territorio*.
- CORPOAMAZONIA. (2015). *Identificación y Caracterización de Sitios Críticos de Amenaza Municipio de Curillo - Departamento de Caquetá*. CORPOAMAZONIA.
- CVS. (2004). *Informe Sobre Las Amenazas De Erosion Fluvial Del Rio Sinú*. Montería.
- DANE. (20 de Mayo de 2017). *Metodología Déficit de Vivienda*. Obtenido de Metodología Déficit de Vivienda : http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/Deficit_vivienda.pdf
- DANE, M. Y. (Noviembre de 2016). *3er Censo Nacional Agropecuario, hay campo para todos*. Obtenido de 3er Censo Nacional Agropecuario, hay campo para todos: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-ceso-nacional-agropecuario/CNATomo1-Memorias.pdf>
- de Araujo Boggione, G., Alexandre da Silva, M., de Carvalho Junior, N., Lima Teles, T., & Xavier de Nazareno, N. (2009). Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, (págs. 1739-1746). Natal, Brasil.
- Di Bella et. al. (2008). La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Ecosistemas*, 17, 39-52.
- Di Bella, C., Posse, G., Beget, M., Fischer, M., Mari, N., & Veron, S. (2008). La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Ecosistemas Número 17*, 39-52.
- Escuder Bueno, I., Morales Torres, A., Castillo Rodríguez, J. T., & Perales Momparler, S. (2010). *Strategies of Urban Flood Risk Management*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fellenius, W. (1927). *Erdstatische Berechnungen mit*. Berlin: Ernst.
- Gilsanz, J. d. (1996). *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Madrid: Rueda, S.L.
- Glade, T., & Crozier, M. (2005). *A review of scale dependency in landslide*. Chichester: Wiley.
- Graham, W. J. (1999). *A procedure for estimating loss of life caused by dam failure*. U.S. Department of Interior. Bureau of Reclamation DSO-99-06.
- Hurtado, G., & Cadena, M. (2002). *Aplicación de Índices de sequía en Colombia*. Grupo de Investigación en Meteorología Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. (2016 июль 03-08). *IDEAM. From Amenazas de Inundación*: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion>
- IDEAM. (2017). *ACTUALIZACIÓN DE LAS ESTADÍSTICAS DE LA SEQUÍA EN COLOMBIA*. Nota técnica del IDEAM.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2018). LA AMAZONIA SE QUEMA: DETECCIÓN DE ÁREAS CON MAYOR OCURRENCIA DE INCENDIOS DE VEGETACIÓN COMO ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL. *Revista Colombia Amazonica*.



- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000*. IDEAM, Bogotá, D. C.
- Jonkman, S. N. (2007). Loss of life estimation in flood risk assessment. Theory and. *PhD thesis, Civil Engineering Faculty*. Delft, U.S: Technical University of Delft.
- Kungzig, R. (1989). Wandering river. *Discover*, 69-71.
- Madeleine, B. (2014). *Metodología para ejecución y control de calidad para ortofotos, mediante combinación de sensor digital con LiDAR en zonas rurales*. Madrid.
- MADS. (2010). *Resolución Número 383, 23 de Febrero de 2010 "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman determinaciones"*. Bogotá.
- MADS. (2014). *Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014 йлл Noviembre). *Protocolo para La Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.
- Montoya, M. (2019). *Evaluación del riesgo por descargas atmosféricas en espacios deportivos de la universidad tecnológica de pereira*. Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira .
- Narvaez Mora, N. O., & Viteri Palacios, M. A. (2009). *PLAN DEPARTAMENTAL DE GESTION DEL RIESGO NARIÑO 2008 2018*. San Juan de Pasto: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES.
- Navarrete-aldana, N., Cooper, M. A., & Holle, R. L. (2014). Lightning Fatalities in Colombia from 2000 to 2009. *International Conference on Lightning Protection (ICLP)*, 8.
- Portilla, M. (2012). Notas de clase de amenaza. En S. N. Minería, *Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades andinas, 2007: Movimientos en masa de la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenaza*. Bogota D.C, Colombia: Maestría en Ciencias - geología. UN - Sede Bogotá.
- Sarli, A. C. (2005). Capacidad de resistencia, vulnerabilidad y cultura de riesgos. *Espacio Abierto*, 14(2), 265-278.
- Servicio Geológico de Colombia. (2015). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa*. Bogotá.
- SGC. (2010). *Mapa Nacional de Amenaza Sísmica Periodo de Retorno 475 años. Escala 1:1.500.000*. Bogotá, Colombia: SGC.
- SGC. (2017). *Guía Metodológica para lo zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000*. Bogotá.
- Stypula, & Jhonson, A. (1993). *Guidelines for Bank Stabilization Projects in the Riverine*.
- Suarez, J. (2001). *Control de Erosion en Tierras Tropicales*. Bucaramanga.
- Takahashi, T. (2014). *Debris Flow. Mechanics, Prediction and Countermeasures*. CRC.
- UNGRD. (2017). *Proyecto Piloto "Alertas Tempranas por Sequía en Colombia", Socialización de resultados*.
- Urueña Francés, J. M., & Teixeira Gurbindo, L. C. (2004). Ordenación fluvial, usos del suelo y construcción de infraestructuras. *fluvial, usos del suelo y construcción de infraestructuras N. 68*, 32-41.