

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

TESIS:

**ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TOTAL Y NIVEL DE RIESGO A
INUNDACIÓN DEL RIO SAN LUCAS, SECTOR BELLA UNIÓN,
CAJAMARCA, 2018.**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

Bachiller: WALTER EDUARDO MALAVER VARGAS

Asesor:

M.Cs. MARCO ANTONIO SILVA SILVA

Cajamarca, Perú

2023

COPYRIGHT © 2023 by
WALTER EDUARDO MALAVER VARGAS
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

**ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TOTAL Y NIVEL DE RIESGO A
INUNDACIÓN DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR BELLA UNIÓN,
CAJAMARCA, 2018.**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

Bachiller: WALTER EDUARDO MALAVER VARGAS

JURADO EVALUADOR

M.Cs. Marco Antonio Silva Silva
Asesor

Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
Jurado Evaluador

Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
Jurado Evaluador

Dr. Luis Vásquez Ramírez
Jurado Evaluador

Cajamarca, Perú

2023



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERÚ



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

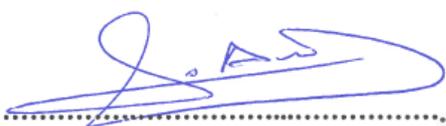
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

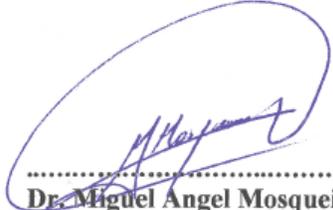
Siendo las 17:00 horas, del día 21 de febrero de dos mil veintitrés, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JAIME OCTAVIO AMORÓS DELGADO**, **Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**, **Dr. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**, y en calidad de Asesor el **M. Cs. MARCO ANTONIO SILVA SILVA** Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“INDICE DE VULNERABILIDAD TOTAL Y NIVEL DE RIESGO A INUNDACIÓN DEL RIO SAN LUCAS, SECTOR BELLA UNIÓN, CAJAMARCA, 2018”**, presentada por el **Bach. en Ingeniería Civil WALTER EDUARDO MALAVER VARGAS**.

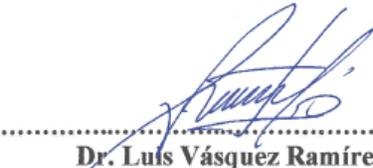
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de DIECISIETE (17) EXCELENTE la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Ingeniería Civil WALTER EDUARDO MALAVER VARGAS**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las 18:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
M. Cs. Marco Antonio Silva Silva
Asesor


.....
Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
Jurado Evaluador


.....
Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Jurado Evaluador


.....
Dr. Luis Vásquez Ramírez
Jurado Evaluador

A:

A Dios, que fortaleció mi corazón e iluminó mi mente para guiar mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio.

A mis padres, Walter Malaver y Gloria Vargas, por ser la base en todo lo que soy, con sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, pero principalmente por su infinito amor.

Mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora seguimos siendo amigos; que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la vida y permitirme llegar a este momento especial que es la culminación del presente trabajo de investigación.

A mi madre por sobre todas las cosas, por haberme apoyado de manera incondicional y permanente en los momentos más difíciles y en los que más lo he necesitado

Expreso mi agradecimiento y profundo reconocimiento a la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Posgrado, por haberme aceptado ser parte de ella y también me abrió las puertas de su claustro para poder estudiar la maestría en mención

Agradezco, de manera especial, a mi asesor, M.Cs. Marco Antonio Silva Silva, por haberme brindado su tiempo con sus sugerencias, críticas, comentarios y amistad a lo largo del desarrollo de la tesis.

Para poder triunfar, tu deseo de tener éxito debe de ser mayor que tu miedo a
fracasar.

-Bob Marley

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS	xix
GLOSARIO	xx
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.1.2. Descripción del problema.....	2
1.1.3. Formulación del problema.	3
1.2. Justificación e importancia	3
1.2.1. Justificación.....	3
1.2.2. Importancia.....	4
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.3.1. Delimitación espacial.....	4
1.3.2. Delimitación temporal.....	4
1.3.3. Delimitación metodológica.	4
1.3.4. Delimitación temática.....	5
1.4. Limitaciones	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo General.....	6

1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	7
2.2.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.2.2. Antecedentes nacionales.	7
2.2.3. Antecedentes locales.	8
2.2. Bases Teóricas.....	9
2.2.1. Evaluación del riesgo de desastres.....	9
2.2.1.1. Riesgo.....	9
2.2.1.2. Componentes del riesgo.....	9
2.2.2. Análisis del riesgo de desastres.....	11
2.2.2.1. Tipos de evaluación de riesgo de desastres.....	11
2.2.2.2. Ventajas de la evaluación del riesgo de desastres.....	12
2.2.3. Metodologías de evaluación de riesgos.....	13
2.2.3.1. Metodología según INDECI.....	13
2.2.3.2. Metodología según CENEPRED.....	33
2.2.4. Control del riesgo	48
2.3. Marco conceptual	51
2.3.1. Desastres	51
2.3.1.1. Inundación.....	52
2.3.2. Vulnerabilidad.....	52
2.3.2.1. Vulnerabilidad total.....	53
2.3.3. Peligro.....	56
2.3.3.1. Condiciones de peligro.....	57
2.3.4. Riesgo.	58
2.3.4.1. Naturaleza del riesgo.....	59
2.3.4.2. Elementos de análisis del riesgo.....	59
2.3.4.3. Análisis del riesgo.....	60
2.3.4.4. Estimación del riesgo.....	60
2.3.5. Instituto Nacional de Defensa Civil.....	61
2.3.6. Centro nacional de estimación, prevención y reducción de riesgo de desastres.....	63
2.4. Definición de términos básicos	64

CAPITULO III. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y VARIABLES	65
3.1. Hipótesis.....	65
3.1.1. Hipótesis General.	65
3.2. Variables.....	65
3.2.1. Variable Principal.	65
3.2.2. Sub- Variables	65
3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis	66
CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO	67
4.1. Ubicación Geográfica.....	67
4.2. Diseño de la Investigación	68
4.2.1. Recolección de datos.	69
4.2.2. Tratamiento estadístico de datos.	69
4.2.2.1. Modelos de distribución estadística.....	69
4.2.2.2. Prueba de bondad de ajuste.....	72
4.2.2.3. Tiempo de concentración.....	76
4.2.2.4. Estimación de caudales.....	78
4.2.3. Cálculo del índice de vulnerabilidad y nivel de riesgo.	79
4.2.3.1. Metodología según INDECI.....	79
4.2.3.2. Metodología según CENEPRED.....	84
4.2.4. Generación de mapas hidrológicos.	96
4.2.5. Propuesta de remediación.	96
4.3. Métodos de la Investigación	97
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	97
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	98
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	108
4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.	108
4.8. Matriz de consistencia metodológica	109
CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	110
5.1. Presentación de resultados	110

5.1.1. Análisis de datos hidrológicos	110
5.1.2. Metodología según el Instituto Nacional de Defensa Civil.....	113
5.1.3. Metodología según el CENEPRED	124
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	164
5.2.1. Variable peligro	164
5.2.2. Variable vulnerabilidad.....	164
5.2.3. Variable riesgo	164
5.3. Contratación de hipótesis	165
CAPITULO VI. PROPUESTA.....	166
6.1. Formulación de la propuesta.....	166
6.2. Costos de implementación de la propuesta.....	169
6.3. Beneficios que aporta la propuesta.....	171
CONCLUSIONES	172
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	173
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
APÉNDICES	180
Apéndice I: Panel fotográfico.....	180
Apéndice II: Procesamiento de datos hidráulicos.....	184
Apéndice III: Fichas valorativas de recolección de datos	194
Apéndice IV: Mapas hidrometeorológicos usando Sigrid	202
Apéndice V: Planos	202

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Nivel de intensidad para inundaciones</i>	15
<i>Tabla 2. Rangos de intensidad para inundaciones</i>	15
<i>Tabla 3. Periodo de retorno establecido en cuatro categorías</i>	15
<i>Tabla 4. Rangos de frecuencia de inundación</i>	16
<i>Tabla 5. Matriz de peligros</i>	16
<i>Tabla 6. Niveles de peligrosidad</i>	17
<i>Tabla 7. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro</i>	17
<i>Tabla 8. Nivel de vulnerabilidad física</i>	19
<i>Tabla 9. Niveles de vulnerabilidad ambiental y ecológica</i>	20
<i>Tabla 10. Niveles de vulnerabilidad económica</i>	22
<i>Tabla 11. Niveles de vulnerabilidad social</i>	24
<i>Tabla 12. Niveles de vulnerabilidad cultural e ideológica</i>	26
<i>Tabla 13. Niveles de vulnerabilidad política e institucional</i>	27
<i>Tabla 14. Niveles de vulnerabilidad científica y tecnológica</i>	28
<i>Tabla 15. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad</i>	29
<i>Tabla 16. Matriz de peligro y vulnerabilidad</i>	32
<i>Tabla 17. Estratificación de los niveles de peligrosidad según cenepred</i>	35
<i>Tabla 18. Niveles de peligrosidad según Cenepred</i>	35
<i>Tabla 19. Parámetros de elementos expuestos para la dimensión social</i>	37
<i>Tabla 20. Parámetros de elementos expuestos para la dimensión económica</i>	37
<i>Tabla 21. Parámetros de elementos expuestos para la dimensión ambiental</i>	38
<i>Tabla 22. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad según Cenepred</i>	38
<i>Tabla 23. Niveles de vulnerabilidad según Cenepred</i>	39
<i>Tabla 24. Niveles de riesgo según Cenepred</i>	39
<i>Tabla 25. Estratificación de los niveles de riesgo según Cenepred</i>	40

<i>Tabla 26. Matriz de Saaty</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 27. Índices aleatorios para relación de consistencia</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 28. Niveles de consecuencias</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 29. Niveles de frecuencia de ocurrencias.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 30. Matriz de consecuencias y daños</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 31. Precipitaciones máximas en 24 horas para cada Tr.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 32. Lluvias máximas, 60 minutos</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 33. Intensidades máximas en mm/hora para tiempo de retorno.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 34. Intensidades máximas en mm/hora para t= 193.40 minutos.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 35. Caudales obtenidos para diferentes tiempos de retorno</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 36. Determinación del índice de vulnerabilidad física</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 37. Determinación del índice de vulnerabilidad ambiental – ecológica.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 38. Determinación del índice de vulnerabilidad económica.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 39. Determinación del índice de vulnerabilidad social.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 40. Determinación del índice de vulnerabilidad cultural e ideológica.</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 41. Determinación del índice de vulnerabilidad política e institucional.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 42. Determinación del índice de vulnerabilidad científica y tecnológica</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 43. Determinación del nivel de intensidad.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 44. Determinación del nivel de frecuencia.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 45. Determinación del nivel de peligro.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 46. Determinación del nivel de riesgo.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 47. Descriptores y parámetros para la dimensión social, económica y ambiental.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 48. Índice de vulnerabilidad para la dimensión social.</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 49. Índice de vulnerabilidad para la dimensión económica</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 50. Índice de vulnerabilidad para la dimensión ambiental.</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 51. Determinación del índice de vulnerabilidad total.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 52. Indicadores, factores y parámetros según Cenepred.....</i>	<i>94</i>

<i>Tabla 53. Descriptores y parámetros para los factores dimensionales según Cenepred.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 54. Índice de peligrosidad para los indicadores y factores dimensionales.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 55. Determinación del índice de peligrosidad total.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 56. Matriz de doble entrada de riesgos usando metodología Cenepred.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 57. Fichas valorativas de vulnerabilidad según INDECI.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 58. Ficha valorativa de evaluación de peligrosidad según INDECI.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 59. Ficha de evaluación según metodología CENEPRED.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 60. Precipitaciones máximas (mm/hr) para 24 horas, periodo 1989-2018.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 61. Variables estadísticas de precipitación.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 62. Prueba de bondad de ajuste a las precipitaciones máximas.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 63. Análisis de regresión.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 64. Intensidades máximas en mm/hora.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 65. Determinación del índice de vulnerabilidad total según Indeci.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 66. Determinación del nivel de Intensidad.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 67. Determinación del nivel de Frecuencia.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 68. Determinación del nivel de peligro según Indeci.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 69. Determinación del nivel de riesgo usando metodología Indeci.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 70. Resultados de vulnerabilidad, peligro y riesgo para el caserío Bella Unión.....</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 71. Acciones de gestión del riesgo de desastres.....</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 72. Coordenadas gaviones tipo caja, caserío Bella Unión.....</i>	<i>167</i>
<i>Tabla 73. Coordenadas muros de contención, caserío Bella Unión.....</i>	<i>167</i>
<i>Tabla 74. Costos de implementación de propuesta para el caserío Bella Unión.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 75. Precipitaciones máximas en 24 horas, estación Augusto Weberbauer.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 76. Análisis estadístico distribución log- normal.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 77. Análisis estadístico distribución log – normal 2 parámetros.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 78. Análisis estadístico distribución log – normal 3 parámetros.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 79. Análisis de regresión múltiple.....</i>	<i>190</i>

<i>Tabla 80. Distribución estadística Gumbel, que más se ajusta.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 81. Parámetros usados en la regresión múltiple.....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 82. Ficha valorativa de evaluación de vulnerabilidad según Indeci.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 83. Ficha valorativa de evaluación de peligrosidad según Indeci.....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla 84. Ficha evaluativa según Cenepred</i>	<i>199</i>

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1: Impacto de los desastres según tipo de peligro, periodo 2003-2012.....</i>	<i>58</i>
<i>Cuadro 2: Operacionalización de los componentes de las hipótesis</i>	<i>66</i>
<i>Cuadro 3: Matriz de consistencia metodológica.....</i>	<i>109</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Impacto en Perú, según desastres, periodo 2003-2012.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 2: Imagen satelital de la ubicación de la zona en estudio.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 3: Precipitaciones para diferentes tiempos de retorno con distribución Gumbel.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 4: Distribución de precipitaciones máximas. Estación Augusto Weberbauer.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 5: Curvas IDF (Intensidad- Duración –Frecuencia)</i>	<i>113</i>
<i>Figura 6: Tipo de material de construcción empleado en las viviendas del sector</i>	<i>114</i>
<i>Figura 7: Localización de las viviendas con respecto al peligro.</i>	<i>114</i>
<i>Figura 8: Cumplimiento de normativa técnica en procedimientos constructivos.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 9: Condiciones atmosféricas del sector en estudio.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 10: Composición y calidad del aire y agua.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 11: Actividad económica presente en el caserío Bella Unión.</i>	<i>116</i>
<i>Figura 12: Acceso al mercado laboral para la población del caserío Bella Unión.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 13: Nivel de ingresos de la población del caserío Bella Unión.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 14: Situación de pobreza para el caserío Bella Unión.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 15: Nivel de organización de la población del caserío Bella Unión.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 16: Participación de la población en trabajos comunales concreto</i>	<i>119</i>
<i>Figura 17: Conocimiento de la población sobre la ocurrencia de desastres.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 18: Percepción de la población sobre la ocurrencia de desastres</i>	<i>120</i>
<i>Figura 19: Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres</i>	<i>120</i>
<i>Figura 20: Existencia de trabajos de investigación sobre desastres en el caserío Bella Unión.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 21: Existencia de instrumentos para medición de fenómenos.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 22: Conocimientos sobre la existencia de estudios en el caserío Bella Unión.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 23: Foto aérea, propuesta de intervención en el caserío Bella Unión.....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 24: Punto inicial del estudio- puente La Huanga.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 25: Vulnerabilidad del tipo ambiental, variable calidad del agua</i>	<i>180</i>

<i>Figura 26: Vulnerabilidad tipo física, variable localización de viviendas del caserío Bella Unión.....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 27: Vulnerabilidad tipo cultural, variable actitud frente a la ocurrencia de desastres.....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 28: Vulnerabilidad tipo social, variable participación en trabajos comunales.....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 29: Vulnerabilidad tipo cultural, variable actitud frente a la ocurrencia de desastres</i>	<i>182</i>
<i>Figura 30: Vulnerabilidad tipo ambiental, variable calidad del agua del río San Lucas.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 31: Punto final del estudio- cruce con río Mashcón.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 32: Determinación de la altura de agua para un $Tr=100$ años usando Hec-Ras V.5.0.7.....</i>	<i>193</i>

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

ANA: Autoridad Nacional del Agua.

ANP: Área natural protegida.

ARD: Análisis de Riesgos Diarios

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

COSIPLAN: Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento

GRD: Gestión de Riesgo de Desastres

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil

MR: Medidas de Riesgo

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

SINAGERD: Sistema nacional de gestión del riesgo de desastres

SINAGERD: Sistema nacional de gestión del riesgo de desastres

SENAMHI: Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú

TC: Tiempo de concentración

VT: Índice de vulnerabilidad total

GLOSARIO

Inundación. Es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el propio cauce del río (Castillo, 2015).

Vulnerabilidad. Se define, como el grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro, puede ser físico, social, cultural, económico, institucional y otros. (Manual de estimación del riesgo- INDECI, 2011).

Peligro. Se define, como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (Jiménez, 2004).

Riesgo. Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia, se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad (Manual de estimación del riesgo- INDECI, 2011).

Evaluación de Riesgos. Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos. (Castillo, 2015).

RESUMEN

El riesgo de desastres ante fenómenos de origen climático (inundaciones pluviales) ha aumentado considerablemente, debido a factores que van desde el incremento de las precipitaciones hasta la ocupación informal del territorio. El objetivo de la investigación es determinar el índice de vulnerabilidad total, así como el nivel de riesgo a inundación al que se encuentra expuesto el caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, ante fenómenos del tipo inundación. La investigación corresponde a la línea del tipo descriptiva transversal, y para la determinación de los puntajes e índices de ponderación se utilizaron encuestas, fichas evaluativas e información de instituciones locales competentes; de acuerdo a lo indicado por las metodologías propuestas por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro nacional de prevención, reducción y gestión del riesgo de desastres (CENEPRED) respectivamente. Se concluyó que la zona en estudio presenta índices de vulnerabilidad, peligro y riesgo de 0.756, 0.500 y 0.750.

Palabras clave: Índice de vulnerabilidad, riesgo de inundación, centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres

ABSTRACT

The risk of disasters due to phenomena of climatic origin (rain floods) has been a considerable warning, due to factors that range from the increase in rainfall to the informal occupation of the territory. The objective of the research is to determine the total vulnerability index; as well as the level of flood risk to which the Bella Unión farmhouse in the city of Cajamarca is exposed, in the face of flood-type phenomena. The investigation corresponds to the line of the transversal descriptive type, and for the determination of the scores and weighting indices, surveys, evaluative sheets and information from competent local institutions were used; as indicated by the methodologies proposed by the National Institute of Civil Defense (INDECI) and the National Center for Disaster Risk Prevention, Reduction and Management (CENEPRED) were used, respectively. It was concluded that the area under study presents vulnerability danger and risk indices of 0.756, 0.500 and 0.750.

Keywords: Vulnerability index, floor risk, national center for disaster risk estimation, prevention and reduction

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización.

En el año 1990, la Organización de Naciones Unidas declaró el Decenio Internacional para la reducción de los desastres naturales, dicho hecho marcó un antes y un después en el enfoque sobre el efecto adverso que generan los desastres y la paralización de los países en vías de desarrollo, posteriormente se declaró el Marco de Acción Hyogo, que monitorea el avance de los países en los acuerdos establecidos.

En América Latina, la gestión de desastres ha evolucionado de los enfoques verticales de respuesta y ayuda de emergencia hacia estrategias intersectoriales para la gestión del riesgo antes de los años noventa, se creía que los desastres eran eventos aislados que no tenían relación con los procesos sociales; mientras que las intervenciones de los gobiernos y las organizaciones de ayuda humanitaria se orientaban a proporcionar ayuda de emergencia y eran inadecuadas para abordar los impactos sociales, económicos y ambientales de los desastres naturales (Watanabe, 2015).

Luego, se crean las instancias de sistemas nacionales de gestión de riesgo: Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres en Perú (Sinagerd), Sistema Nacional de Protección Civil en Panamá, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia (UNGRD), Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres en Guatemala (Conred), Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias en Costa Rica, (Watanabe, 2015).

Por esta razón en el año 2014 se crea el “Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) 2014-2021”, que se orienta hacia los procesos de la gestión del riesgo de desastres establecidos en la Ley 29664 y de la Política nacional de gestión del riesgo de desastres, aprobada como una política de obligatorio cumplimiento para las entidades del gobierno peruano, el plan establece directrices que promueven el prevenir, reducir y controlar los factores de riesgo de desastres, estar preparados para brindar una respuesta efectiva y brindar una recuperación apropiada ante situaciones de emergencias de

desastres, protegiendo a la población y sus medios de vida. Plan nacional de gestión de riesgo de desastres, 2014-2021).

En Perú, como se conoce debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina (época seca y época de lluvias bien diferenciadas), sufre numerosas inundaciones, desbordes, huaicos entre otros. Sólo durante los años 2003 a 2012, las inundaciones y lluvias intensas afectaron al 4.3 % de la población nacional de una u otra forma y los datos del Instituto Nacional de Defensa Civil reporta que 687,820 personas fueron damnificadas y 66943 viviendas fueron destruidas, dada la alta susceptibilidad ante inundaciones que la gestión de las inundaciones sea prioritaria como gestión del riesgo en el País (Orozco, 1999).

1.1.2. Descripción del problema.

El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en la serranía del Perú, debido a esto, las precipitaciones son muy propensas en la región, por dicha causal se desencadena la existencia del peligro respecto a las altas o máximas precipitaciones registradas en la zona, por tales razones, y sumada a la vulnerabilidad presente en el caserío Bella Unión, puede generar un peligro inminente para la población que se encuentra ubicada en dicho sector (Zafra, 2015)

El Instituto Nacional de Defensa Civil y la Dirección Regional de Defensa Civil de Cajamarca; reconocen al Caserío Bella Unión, como Sector IX de riesgo muy alto a inundaciones por desborde del río San Lucas, en el documento, Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca (Indeci, 2005).

El caserío Bella Unión, ubicado al noreste de la ciudad de Cajamarca, se encuentra expuesto a fenómenos del tipo inundación generados por las fuertes lluvias, así como las crecidas constantes del río San Lucas, afectando de manera más agresiva a las viviendas y construcciones ubicadas al borde del río que se evidencia en el tramo comprendido entre el puente la Huanga hasta el cruce del río Mashcón.

El tramo en estudio, presenta también otros problemas existentes generados, tales como: ausencia de sistemas de drenaje, vertimiento de aguas residuales y estructuras de contención deterioradas; lo que ha llevado a los pobladores a tomar sus propias medidas de mitigación, afectando desfavorablemente al ecosistema, así como a su propia seguridad.

En el contexto de los problemas anteriormente mencionados se ha considerado el estudio de vulnerabilidad y nivel de riesgo a inundación existente para el caserío Bella Unión, perteneciente a la ciudad de Cajamarca, con el fin último de mejorar las condiciones de vida de los pobladores de dicho caserío.

1.1.3. Formulación del problema.

¿Cuál es el índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo, en el caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, ante la ocurrencia del peligro de inundación?

1.2. Justificación e importancia

1.2.1. Justificación.

Dentro de los problemas que actualmente más afecta a las poblaciones vulnerables, se encuentra la ocurrencia de desastres debido a fenómenos de tipo inundación, razón por la cual es de vital importancia el clasificar el nivel de vulnerabilidad y riesgo pasa así, enfocar de mejor forma el estado situacional y analizar las mejores alternativas de solución.

La justificación de realizar la investigación radica en la evaluación del mal estado situacional en que se encuentra el caserío Bella Unión, dado esto por problemas de inundación existentes tras crecidas del río San Lucas, infraestructura deteriorada y viviendas vulnerables, así como falta de sistemas de drenaje y contención.

De la misma manera, el presente estudio puede servir de fuente para futuras investigaciones y a profesionales involucrados, que puedan replicar el procedimiento de análisis y tenerlo en cuenta en la elaboración de estudios técnicos

Para la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, como fuente de información, en su compromiso de promover investigaciones que sean capaces de impulsar a la investigación y solucionar los problemas presentes en la sociedad actual

1.2.2. Importancia.

La importancia de la investigación radica en presentar la problemática actual existente en el caserío Bella Unión mediante una metodología que finaliza con el cálculo de índices de vulnerabilidad y riesgo; y que sirvan de base para tomarse medidas de rehabilitación que sean capaces de mejorar las condiciones de vida de la población de la zona, ya sea por las autoridades o instituciones encargadas.

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación espacial.

La presente investigación centra su estudio en el caserío Bella Unión del distrito de Cajamarca, para la zona propensa a inundación del río San Lucas.

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca

Caserío: Bella Unión

Tramo en estudio: Puente la Huanga – cruce del río Mashcón

Río en estudio: Río San Lucas

1.3.2. Delimitación temporal.

La tesis corresponde a la línea transversal y se recolectó la información en varios momentos, cabe indicar que en la actualidad el problema persiste y no existe una solución.

1.3.3. Delimitación metodológica.

La presente investigación se realizó siguiendo los procedimientos y metodología recomendada por Cenepred (Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres) e Indeci (Instituto nacional de defensa civil), aplicadas a la determinación del nivel de riesgo de desastres del tipo inundación.

1.3.4. Delimitación del contenido.

Se enfoca la investigación en la determinación del índice de vulnerabilidad total, y el nivel de riesgo a inundación para el caserío Bella Unión, en el tramo comprendido desde el puente “La Huanga” hasta la desembocadura del río Mashcón.

1.4. Limitaciones

La principal limitación encontrada en el desarrollo de la tesis, fue la falta de colaboración y apoyo por parte de los pobladores del caserío Bella Unión, esto relacionado con la falta de interés por parte de las autoridades por apoyarlos y malas intervenciones anteriores, generando así desconfianza; dicha limitación influyó de forma leve pues de la misma forma que algunos pobladores no quisieron ser encuestados, otros sí dieron su autorización y disposición a brindar información.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Determinar el índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo a inundación, correspondiente al caserío Bella Unión, para el tramo comprendido entre “puente la Huanga” y desembocadura del río Mashcón.

1.5.2. Objetivos Específicos.

Estimar el índice de vulnerabilidad total existente para el caserío Bella Unión, en el tramo comprendido entre puente la Huaga y cruce del río Mashcón.

Estimar el nivel de riesgo a inundación al que se encuentra expuesto el caserío Bella Unión para el tramo comprendido entre puente la Huanga y cruce del río Mashcón.

Determinar el nivel de peligro a inundación al que se encuentra expuesto el caserío Bella Unión en el tramo comprendido entre puente la Huanga y cruce del río Mashcón.

Elaborar una propuesta de remediación, que presente un presupuesto estimado de partidas y actividades necesarias para el mejoramiento del sector en estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Lucas (2018), en su estudio: Análisis del riesgo por inundación en la localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta- Ecuador, propuesta de medidas de mitigación, concluyó que el nivel de riesgo por inundación en la comunidad es catalogado como muy alto, y el nivel de vulnerabilidad total determinado es caracterizado como “muy alto”.

Morelli (2006) en su estudio Gestión de Inundaciones urbanas, Santa Fe - Argentina, concluyó que se puede encontrar el nivel de riesgo a inundación en zonas urbanas utilizando mapas de peligro y vulnerabilidad, y aplicado a casos de inundaciones pluviales para países tales como Argentina, Brasil y Centro América.

Noriega (2011), en su estudio: Análisis de la Vulnerabilidad y el Riesgo a Inundaciones en la cuenca baja del Río Gaira, Santa Marta -Colombia, concluyó con el análisis de la vulnerabilidad al riesgo de inundación tipo alto, para la cuenca baja del Río Gaira perteneciente a Santa Marta, usando la metodología establecida por Wilches-Chaux (1989).

Sanginés (2013), en su estudio: Diagnóstico de Vulnerabilidades y capacidades sociales en las familias del Sector Nueva Propserina- Ecuador, en la identificación de estrategias de reducción de riesgos frente a amenazas tipo deslizamientos e inundaciones, concluyó que el sector posee niveles altos de riesgo, y vulnerabilidad frente a inundaciones.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Aliaga (2010), en su estudio: Situación Ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible, Lima - Perú; enfocó su investigación en la incidencia del estudio de las principales variables ambientales, económicas, sociales y culturales que actúan sobre la cuenca baja del río Chillón.

Cabrera (2015), en su estudio: Contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay, Lima-Perú, elaboró un análisis completo del estado ambiental existente a la que están expuestas las aguas de la bahía de Chancay agregando una propuesta de recuperación capaz de mejorar las condiciones de vida de la población afectada

Castro (2014), en su estudio: Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa, elaboró un análisis completo de las zonas del distrito que poseen riesgo muy alto, medio y bajo de acuerdo a los peligros naturales debido a peligros del tipo inundación y sísmico, así como el nivel de vulnerabilidad física existente.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2011), viene elaborando manuales de manejo de desastres naturales en todo el país, muestra cómo se debe realizar la identificación del peligro y realizar un análisis básico de sus condiciones, nos permite obtener no solo mapas de peligrosidad, sino también un análisis de las vulnerabilidades mediante la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos en una determinada área geográfica.

2.1.3. Antecedentes Locales

Gusmán (2014), en su estudio Evaluación de Riesgos de Desastres en el Asentamiento Humano San José del Huito de la ciudad de Jaén - Cajamarca, ante peligro de Inundación, concluyó que el asentamiento humano posee un nivel de riesgo del tipo “alto”, mientras que un índice de vulnerabilidad clasificada como “muy alta”, tras aplicar la metodología propuesta por el Instituto Nacional de Defensa civil (INDECI), así como la modelación hidráulica de la zona más propensa a inundarse.

Herrera (2018), en su estudio Niveles de Precipitaciones proyectadas en la Cuenca del Valle de Cajamarca para un horizonte de 10 años, se enfocó en proyectar las precipitaciones de tres estaciones diferentes mediante modelos estadísticos y generar una precipitación media para un horizonte de 10 años, de forma que permita identificar zonas de riesgo a tener en cuenta.

Mendoza (2017), en su estudio Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, Periodo 2011-2016, se enfocó en evaluar el nivel de riesgo por inundación usando la metodología según CENEPRED 2014, y se llega a la conclusión que el sector presenta nivel de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo del tipo alto.

Zafra (2015), en su estudio Nivel de Riesgo por inundación en la zona de Calispuquio-Sector V- Cajamarca, 2015, concluyó que el riesgo en la zona de Calispuquio, Sector V para el año 2015 es clasificada como de “nivel medio”, tras utilizar la normativa del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales según CENEPRED y el Manual básico de estimación del riesgo según INDECI

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Evaluación del riesgo de desastres.

2.2.1.1. Riesgo.

El riesgo se define como la probabilidad de que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas por consecuencia del impacto de un peligro, está en función de un peligro o amenaza que tiene unas determinadas características, y de la vulnerabilidad de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, a dicho peligro. Esto quiere decir que el riesgo es función de ambos componentes (MEF, 2006).

2.2.1.2. Componentes del riesgo

2.2.1.2.1. Vulnerabilidad

Se entiende por vulnerabilidad como la incapacidad de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, de anticiparse, resistir y/o recuperarse de los daños que le ocasionaría la ocurrencia de un peligro o amenaza; la vulnerabilidad es, entre otros, el resultado de procesos de inapropiada ocupación del espacio y del inadecuado uso de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad, entre otros) y la aplicación de estilos o modelos de desarrollo inapropiados, que afectan negativamente las posibilidades de un desarrollo sostenible (MEF, 2006). Existen tres (03) factores que determinan la vulnerabilidad:

A. Exposición

Relacionada con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica en las zonas de influencia de un peligro, este factor explica la vulnerabilidad porque expone a dicha unidad social al impacto negativo del peligro. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

B. Fragilidad.

Se refiere al nivel o grado de resistencia y/o protección frente al impacto de un peligro, es decir las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social, esto se entiende en la práctica a las formas constructivas, calidad de materiales (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

C. Resiliencia.

Está asociada al nivel o grado de asimilación y/o recuperación que pueda tener la unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, después de la ocurrencia de un peligro- amenaza (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.1.2.2. Peligro

Es peligro un evento de origen natural, socionatural o antrópico con probabilidad de ocurrir y que por su magnitud y/o características puede causar daños y pérdidas, en una unidad productora de bienes/servicios públicos (MEF, 2013), para analizar el peligro, es muy importante conocer el área de impacto que viene a ser la manifestación física del peligro, que dependerá del grado de intensidad, duración y de las características físicas del lugar en el cual ocurren los fenómenos, los peligros se pueden clasificar como:

- Naturales: Son peligros asociados a fenómenos meteorológicos, oceanográficos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

- **Socio naturales:** son peligros que se generan por una inadecuada relación hombre-naturaleza, debido a procesos de degradación ambiental o por la intervención humana sobre ecosistemas. Las actividades humanas, dentro de las cuales se encuentran los proyectos, pueden ocasionar un aumento en la frecuencia y/o severidad de algunos peligros que originalmente se consideran como peligros naturales; dar origen a peligros donde no existían antes, o reducir los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales, todo lo cual incrementa las condiciones de riesgo, como ejemplos de la categoría se encuentran los huaycos, inundaciones, deslizamientos, entre otros. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)
- **Antrópicos:** son peligros generados por los procesos de modernización, industrialización, desindustrialización, importación de desechos tóxicos, etc. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.2. Análisis del riesgo de desastres

Los análisis de riesgo son el soporte de toda intervención que tenga como propósito reducir riesgos, es la herramienta de base de los planes de preparativos ante emergencias, sistemas de alerta temprana, programas de recuperación y/o reconstrucción y, en general, de toda propuesta y planes de desarrollo. Al mismo tiempo, son un instrumento de toma de conciencia sobre los riesgos, y un motor para impulsar y promover la participación de la gente y su compromiso con una vida más segura (Zilbert, 2012).

2.2.2.1. Tipos de evaluación de riesgos de desastres.

Para la valuación de riesgos originados por fenómenos de origen natural se identifican tres tipos de evaluación que están en función de la información sobre el ámbito geográfico del área evaluada.

- Evaluación cualitativa: Para la evaluación de riesgos implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en la experiencia y observaciones de campo debido a la inexistencia de información (registros históricos, estadísticos, estudios técnicos, etc.) del fenómeno de origen natural sobre el área geográfica de estudio (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)
- Evaluación semi - cuantitativa: Implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en estudios técnicos anteriores (estudio de suelos, estudio de los ecosistemas, etc.) que tienen relación directa o indirecta con el fenómeno de origen natural y/o el área geográfica de estudio, así como su escala de trabajo (no detallada) que pueden ser incorporados en el informe de evaluación de riesgos por su utilidad (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)
- Evaluación cuantitativa: La evaluación de riesgos implica el conocimiento preciso de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en información del ámbito geográfico de estudio (escala de trabajo adecuada) debido a la ejecución de diversos estudios técnicos in situ (estudios de suelos, inventarios de fenómenos, estudios geológicos, estudios hidrometeorológicos, mediciones instrumentales de campo, etc.) que genera información actualizada (uso de análisis estadísticos y probabilísticos, etc.) que ayuda al conocimiento de los peligros, las vulnerabilidades y los riesgos; esto con participación de las entidades técnico científicas y el gobierno local competente (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.2.2. Ventajas de la evaluación del riesgo de desastres

- Despertar el interés de la población y de las autoridades por el tema de los riesgos y desastres, promoviendo la participación la vinculación de éstos en los procesos de reconocimiento de los peligros o amenazas, la identificación de la vulnerabilidad y el análisis y estimación de los riesgos y los probables efectos e impactos de futuros desastres (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)
- Se revaloran y fortalecen las capacidades locales, a través del desarrollo y aplicación participativa de las metodologías e instrumentos replicables de análisis de riesgos como soporte de los procesos de planificación y gestión del desarrollo local y territorial.

- Contar con información base sobre los peligros o amenazas y la vulnerabilidad existente en los territorios, sobre la cual diseñar los planes preparativos ante desastres e implementar los sistemas de alerta temprana.
- La población y autoridades cuentan con mayor conocimiento e información (bases de datos, estadísticas, censos, mapas, etc.) y con mayor capacidad de desarrollar estrategias y propuestas orientadas a reducir sus riesgos y el impacto de los desastres en sus comunidades y/o localidades (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.3. Metodologías de evaluación de riesgos de desastres a inundación

2.2.3.1. Metodología según el Instituto Nacional de Defensa Civil- INDECI.

El riesgo se define como la probabilidad de que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro, está en función de un peligro o amenaza que tiene unas determinadas características, y de la vulnerabilidad de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, a dicho peligro. Esto quiere decir que el riesgo es función de ambos componentes (MEF, 2006).

2.2.3.1.1. Peligro

INDECI (2006) define al peligro como un fenómeno de origen natural o antrópico potencialmente perjudicial, que pueda causar la pérdida de vidas, daños materiales, interrupción de la actividad socio-económica o degradación del medio ambiente. El nivel de peligro depende de muchos factores, entre ellos la localización, intensidad, zona de impacto, duración y periodo de retorno del fenómeno peligroso.

A. Identificación y caracterización de peligros

Esta es la actividad principal del Trabajo de Campo, donde él o los profesionales se encargarán de: Identificar, ubicar y delimitar el área geográfica donde se presenta el peligro, en algunos casos su origen y el posible impacto, con la ayuda de mapas cartográficos, cartas topográficas, fotografías aéreas, información de instituciones. En coordenadas UTM o Geográficas.

Observar y recopilar información del entorno:

- ✓ Tipo de peligros
- ✓ Causas de ocurrencia
- ✓ Frecuencia, la probabilidad de ocurrencia
- ✓ Duración: Cuanto puede durar
- ✓ Estacionalidad: en que época del año se presenta
- ✓ Daños generados, población afectada, vivienda e infraestructura dañadas.
- ✓ ¿Qué otros peligros de origen natural o tecnológico se van a producir en el área de estudio?

Así misma información específica, por tipo de peligro:

Peligro de Inundación:

- ✓ Análisis de las crecidas o avenidas máximas.
- ✓ Determinación de las avenidas máximas probables.
- ✓ Intensidad de precipitaciones en la zona, reportes, etc.
- ✓ Tiempo de recurrencia de las avenidas o crecidas.

B. Criterios recomendados para determinar el grado de peligrosidad.

El peligro está en función de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y de su intensidad. La intensidad a su vez se puede definir en función de la profundidad y la velocidad del agua, así como de la duración de las inundaciones. (Indeci, 2011)

Peligro por inundación = f (Intensidad x Probabilidad de ocurrencia)

Dónde:

Probabilidad = f (precipitaciones).

Intensidad = f (profundidad de agua)

C. Criterios recomendados para la evaluación de la Intensidad.

Los criterios recomendados para evaluar la intensidad de las inundaciones son diferentes en dependencia del tipo de inundación, para inundaciones estáticas se considera la profundidad o altura del flujo; mientras que para inundaciones dinámicas se recomienda utilizar el producto de la velocidad por la profundidad del flujo. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Tabla 1: Nivel de Intensidad para Inundaciones

Niveles de Intensidad	Profundidad del flujo (H)(m)(inundaciones estáticas)
Muy Alta	$H > 1,5 \text{ m}$
Alta	$0.5 \text{ m} < H < 1,5 \text{ m}$
Media	$0.25 \text{ m} < H < 0,5 \text{ m}$
Baja	$H < 0,25 \text{ m}$

Fuente: Indeci, 2011

Tabla 2: Rangos de Intensidad para Inundaciones

Niveles de Intensidad	Rangos
Muy Alta	$0.75 < Ni \leq 1$
Alta	$0.50 < Ni \leq 0,75$
Media	$0.250 < Ni \leq 0,50$
Baja	$0 < Ni \leq 0,25$

Ni= Nivel de Intensidad

Fuente: Indeci, 2011

D. Criterios recomendados para la evaluación de la frecuencia, o periodo de retorno a Inundación

La frecuencia o recurrencia de inundaciones o cada cuanto se inunda una determinada zona dependerá esencialmente de la frecuencia de precipitaciones excepcionalmente fuertes (INDECI 2011).

Tabla 3: Periodos de retorno establecidos en cuatro categorías

Niveles de Intensidad	Rangos
Muy Alta	$1 < T < 5 \text{ años}$
Alta	$5 < T < 15 \text{ años}$
Media	$15 < T < 50 \text{ años}$
Baja	$50 < T < 200 \text{ años a más}$

Fuente: Indeci, 2011

Tabla 4: Rangos de frecuencia de inundación

Niveles de Frecuencia	Rangos
Muy Alta	$0,75 < F \leq 1$
Alta	$0,50 < F \leq 0,75$
Media	$0,25 < F \leq 0,50$
Baja	$0 < F \leq 0,25$

F= Frecuencia a inundación

Fuente: Indeci, 2011

E. Determinación del nivel de peligrosidad

Los niveles de peligro por inundación de un área dada, resultan de la relación entre el nivel de frecuencia y el nivel de intensidad, se intersecta, por un lado (vertical), el nivel de frecuencia; y por otro lado (horizontal) el nivel de intensidad. Representándose gráficamente en la matriz: (en la intersección de la matriz se podrá estimar el peligro ante inundaciones, mientras que en Tabla 5 se presenta la tabla de estratificación del peligro según sus características. (Manual de estimación del riesgo- INDECI, 2011).

Tabla 5: Matriz de Peligro

	Muy Alta	Peligro Medio	Peligro Alto	Peligro muy alto	Peligro muy alto
INTENSIDAD	Alta	Peligro Bajo	Peligro Medio	Peligro Alto	Peligro muy alto
	Media	Peligro Bajo	Peligro Medio	Peligro Medio	Peligro alto
	Baja	Peligro Bajo	Peligro Bajo	Peligro Bajo	Peligro medio
	Rangos de Intensidad	Baja	Media	Alta	Muy Alta
FRECUENCIA (Años)					

Fuente: Indeci, 2011

Tabla 6: Niveles de peligrosidad

Niveles de Intensidad	Rangos
Muy Alta	$0,75 < N_p \leq 1$
Alta	$0,50 < N_p \leq 0,75$
Media	$0,250 < N_p \leq 0,50$
Baja	$0,00 < N_p \leq 0,25$

Np= Nivel de peligrosidad
Fuente: Indeci, 2011

Tabla 7: Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro

Estrato / Nivel	Descripción o Características	Valor
PB (Peligro bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc. Distancia mayor a 500m desde el lugar del peligro tecnológico.	1 (< de 25 %)
PM(Peligro medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas, inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m desde el lugar del peligro tecnológico.	2 (De 26% a 50%)
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m desde el lugar del peligro tecnológico	3 (De 51% a 75%)
PMA(Peligro muy alto)	Sectores amenazados por alud, avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo, áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremotos, heladas, etc., suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, menor de 150 m desde el lugar del peligro tecnológico.	4 (De 76% a 100%)

Fuente: Indeci, 2011

2.2.3.1.2. Vulnerabilidad

Es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales y se expresa en términos de porcentaje (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto. Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso. La vulnerabilidad de un centro poblado, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos o tipo de orden ambiental, ecológico, físico, económico, social y científico y tecnológico; entre otros; los mismos que son dinámicos. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011).

A. Vulnerabilidad Física

INDECI (2006). La define con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

La calidad o tipo de material, está garantizada por el estudio de suelos realizado, el diseño del proyecto y la mano de obra especializada en la ejecución de la obra, así como por el material empleado en la construcción (ladrillo, bloques de concreto, cemento y fierro, entre otros). (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

En inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión.

El problema está en que quienes construyen sus viviendas en zonas inundables o deleznales, lo han hecho por carecer de opciones y, por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011).

Tabla 8: Niveles de vulnerabilidad física

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Material de construcción utilizado en viviendas	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.
Localización de las viviendas	Muy alejada > 5 Km.	Medianamente cerca 1-5 Km.	Cercana 0.2- 1 Km.	Muy cercana 0.2-0 Km.
Leyes existentes	Con Leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

(*) Es necesario especificar la distancia, de acuerdo a la ubicación del tipo de vulnerabilidad
 VB (Vulnerabilidad Baja) VM (Vulnerabilidad Media), VA (Vulnerabilidad Alta) VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

Fuente: Indeci, 2011

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de vulnerabilidad física. Para ello, se calcula el promedio de las tres variables a través de la siguiente fórmula:

$$VF = \frac{\sum \text{Variables}}{N^{\circ} \text{ variables}} \dots (1)$$

B. Vulnerabilidad Ambiental- ecológica.

Se define, como el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática, todos los seres vivos tienen una vulnerabilidad intrínseca, que está determinada por los límites que el ambiente establece como compatibles, por ejemplo, la temperatura, humedad, densidad, condiciones atmosféricas y niveles nutricionales, entre otros, así como por los requerimientos internos de su propio organismo como son la edad y la capacidad o discapacidad natural. Igualmente, está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad y la ruptura de la auto-recuperación del sistema ecológico, los mismos que contribuyen a incrementar la vulnerabilidad. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existente en el centro poblado donde se va a realizar la estimación de Riesgo. Para el efecto, el Instituto Nacional de Defensa Civil propone la tabla 9.

Tabla 9: Niveles de vulnerabilidad ambiental- ecológica

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura al promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal
Composición y calidad del aire y agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación no apto

Fuente: Indeci, 2011

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de vulnerabilidad ambiental - ecológica. Para ello, se calcula el promedio de las dos variables a través de la siguiente fórmula:

$$VAE = \frac{\sum Variables}{N^{\circ} variables} \dots (2)$$

C. Vulnerabilidad Económica.

Se menciona que, constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre. Está determinada, fundamentalmente, por el nivel de ingreso o la capacidad para satisfacer las necesidades básicas por parte de la población, la misma que puede observarse en un determinado centro poblado, con la información estadística disponible en los mapas de pobreza, por ejemplo, de instituciones públicas como INEI y FONCODES.

La población pobre, de bajos niveles de ingreso que no le es posible satisfacer sus necesidades básicas, constituye el sector más vulnerable de la sociedad, quienes, por la falta de acceso a las viviendas, invaden áreas ubicadas en las riberas de los ríos, laderas, rellenos sanitarios no aptas para residencia; carecen de servicios básicos elementales y presentan escasas condiciones sanitarias; asimismo, carecen de alimentación, servicios de salud, educación entre otras. Dichas carencias que se presentan en la población pobre, condicionan la capacidad previsor y de respuesta ante los peligros de su entorno y en caso de ser afectados por un fenómeno adverso el daño será mayor, así como su capacidad de recuperación, se muestra a continuación la Tabla 10 en la cual se tienen variables y características a tener en cuenta en el centro poblado donde se va a realizar la estimación del riesgo. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Tabla 10: Niveles de vulnerabilidad económica

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Actividad económica	Alta productividad y recursos bien distribuidos, productos para el comercio exterior o fuera de la localidad.	Medianamente productiva distribución regular de recursos, productos para comercio interior.	Escasamente productiva y distribución deficiente de recursos, productos para el consumo	Sin productividad y nula distribución de recursos.
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral > Demanda	Oferta laboral = Demanda	Oferta laboral < Demanda	No hay oferta laboral
Variable	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Nivel de Ingresos	Alto nivel de ingresos	Suficiente nivel de ingreso	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas
Situación de pobreza o desarrollo humano	Población sin pobreza	Población con menor porcentaje de pobreza	Población con pobreza mediana	Población con pobreza total o extrema
VB (Vulnerabilidad Baja) VM (Vulnerabilidad Media), VA (Vulnerabilidad Alta) VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)				

Fuente: Indeci, 2011

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de Vulnerabilidad Económica. Para ello, se calcula el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula.

$$VE = \frac{\sum \text{Variables}}{N^{\circ} \text{ variables}} \dots (3)$$

D. Vulnerabilidad Social.

Es la que se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia, la población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectivo y rápido.

Mayor será la vulnerabilidad de una comunidad si su cohesión interna es pobre; es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma y con el conglomerado social, no se afincan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y que no existan formas organizativas que lleven esos sentimientos a acciones concretas.

Adicionalmente, una ausencia de liderazgo efectivo a nivel comunitario suele ser un síntoma de vulnerabilidad. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011).

El papel de las personas u organizaciones comunitarias para disminuir la vulnerabilidad será impulsar en la población sentimientos y prácticas que tengan relación con:

Coherencia y propósito; Pertenencia y participación; confianza ante la crisis y seguridad dentro del cambio; promover la creatividad; y promover el desarrollo de la acción autónoma y de la solidaridad de dignidad y de trascendencia, a continuación se muestra la tabla 11, de variables de vulnerabilidad social (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Tabla 11: Niveles de vulnerabilidad social

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Nivel de organización	Población totalmente organizada	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada
Participación de la población en trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría	Mínima participación	Nula participación
Grado de relación entre instituciones. y organizaciones locales	Fuerte relación	Medianamente relacionados.	Débil relación	No existe.
Situación de pobreza o desarrollo humano	Integración total	Integración parcial	Baja integración.	No existe integración.

Fuente: Indeci, 2011

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de Vulnerabilidad Social. Para ello, se calcula el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula.

$$VS = \frac{\sum \text{variables}}{N^{\circ} \text{ variables}} \dots (4)$$

E. Vulnerabilidad Cultural- ideológica

Está referida a la percepción que tiene el individuo o grupo humano sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.

El desarrollo histórico de los pueblos ha determinado la presencia de un conjunto de valores que les son propios y que marcan la pauta de las relaciones mutuas, entre la solidaridad y el individualismo, así mismo el avance tecnológico, a través de la televisión y la informática, viene influyendo en la conducta y comportamiento de las personas. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Estableciéndose diferencias de “personalidad” entre los distintos grupos humanos del país, a partir de los cuales se ha configurado un perfil cultural nacional, regional o local. Por ejemplo, es frecuente encontrar las siguientes creencias o concepciones fatalistas como: “si algo nos sucede es porque Dios así lo quiere”, si esto siempre ha sido así no tiene por qué cambiar, concepción religiosa y mística lo cual inhibe el cambio de actitud y percepción del mundo, es decir existe conformismo, desidia, endiosamiento de un líder a quien se ve como única alternativa de solución para sus problemas. Dichas concepciones contribuyen a una reacción negativa de la comunidad frente a un desastre, incrementando de esta manera su incapacidad para contrarrestar el daño. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

La prevalencia de unos valores o de otros permitirá que la vulnerabilidad cultural esté presente con mayor o menor fuerza o no exista, en otras ocasiones se ha visto que los desastres permiten sacar a flote el papel del liderazgo de la mujer, de su creatividad y de sus posibilidades, a continuación, se muestra la Tabla 12 donde se muestran las variables a tener en cuenta (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Tabla 12: Niveles de vulnerabilidad cultural e ideológica

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Conocimiento sobre ocurrencia de desastres	Conocimiento total de la población sobre desastres	La mayoría de la población posee conocimiento sobre desastres	Escaso conocimiento de la población sobre desastres	Desconocimiento total de la población sobre desastres
Variable	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Percepción de la población sobre los desastres.	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de desastres.	La minoría de la población tiene una percepción realista y más mística y religiosa.	Percepción totalmente irreal, mística o religiosa.
Actitud frente a la ocurrencia de desastres.	Actitud altamente previsor	Actitud parcialmente previsor	Actitud escasamente previsor.	Actitud fatalista, conformista y con desidia.

Fuente: Indeci, 2011

F. Vulnerabilidad Política e institucional

Se define como el grado de autonomía y el nivel de decisión política que puede tener las instituciones públicas existentes en un centro poblado o una comunidad, para una mejor gestión de los desastres, la misma que está ligada con el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones, entre los cuales está el de prevención y atención de desastres o defensa civil, a través de los Comités de Defensa Civil (CDC), en los niveles Regional, Provincial y Distrital. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

El centralismo estatal ha permitido organizar la sociedad y la economía peruana a partir de un Estado central, asentado en Lima. La concentración del poder estatal, económico, político y financiero de la capital generó un proceso migratorio, cuyo efecto radicó en un crecimiento acelerado y no planificado de las ciudades los cuales han traído problemas de inseguridad por el deterioro del medio ambiente, creación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, déficit de viviendas, hacinamiento y tugurizarían, así como problemas de marginalidad y desigualdad sociales. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Esta situación, se ha modificado en los últimos años con el proceso de Descentralización y la creación de los Gobiernos Regionales, los cuales por Ley constituyen el Sistema Regional de Defensa Civil. A continuación, se presenta la Tabla 13 de niveles de vulnerabilidad política e institucional

Tabla 13: Niveles de vulnerabilidad política e institucional

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Autonomía local	Total autonomía	Autonomía parcial	Escasa autonomía	No existe autonomía
Liderazgo político	Aceptación y respaldo total	Aceptación y respaldo parcial.	Aceptación y respaldo minoritario.	No hay aceptación ni respaldo.
Participación ciudadana	Participación total	Participación mayoritaria	Participación minoritaria	No hay participación.
Coordinación acciones entre autoridades locales y funcionarios del CDC.	Permanente coordinación y activación del CDC.	Coordinaciones esporádicas	Escasa coordinación	No hay coordinación inexistencia CDC

Fuente: Indeci, 2011

G. Vulnerabilidad Científica y tecnológica

Se define como el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia. Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos.

La comunidad debe estar informada, por ejemplo, sobre la necesidad de que las construcciones deben considerar las normas sismo resistentes, de ejecutar obras de defensas ribereñas, descolmatación del río o sistemas de alerta, vigilancia, monitoreo y difusión, para evitar el colapso de las viviendas e inundaciones, minimizando o reduciendo el riesgo., a continuación, se presenta la Tabla 14 de variables a tener en consideración para la vulnerabilidad científica y tecnológica. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Tabla 14: Niveles de vulnerabilidad científica y tecnológica

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales en la localidad.	La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados.	La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados.	Existen pocos estudios de los peligros naturales.	No existen estudios de ningún tipo de los peligros.
Existencia de los instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos	Población totalmente instrumentada	Población parcialmente instrumentada	Población con escasos instrumentos.	Población sin instrumentos.
Conocimiento sobre la existencia de estudios	Conocimiento total de los estudios existentes.	Conocimiento parcial de los estudios.	Mínimo conocimiento de los estudios existentes.	No tienen conocimiento de los estudios
La población cumple las conclusiones y recomendaciones	La totalidad de la población cumplen las conclusiones y recomendaciones	La mayoría de la población cumple las conclusiones y recomendaciones	Se cumple en mínima proporción las conclusiones y recomendaciones.	No cumplen las conclusiones y recomendaciones.

Fuente: Indeci, 2011

H. Estratificación para fines de estimación de riesgo

Para fines de estimación del riesgo, la vulnerabilidad puede estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características se muestran en la Tabla 15

Tabla 15: Estrato, descripción y valor de vulnerabilidad

Estrato/nivel	Descripción /características	Valor
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con material noble o clasificadas del tipo sismo resistente, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de los servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total-y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	1 < de 25%
VM (Vulnerabilidad Media)	Viviendas asentadas en suelo de calidad intermedia, con un índice de aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. Con material noble, en regular y que se encuentran en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, poseen una cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	2 De 26% a 50%
VA (Vulnerabilidad Alta)	Viviendas asentadas en zonas donde se esperan altas aceleraciones del tipo sísmicas por sus características geotécnicas, con material precario, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha. Población con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencia; así como con una escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración entre las instituciones y organizaciones existentes.	3 De 51% a 75%
VMA (Vulnera Muy Alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con una muy alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como una nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	4 De 76% a 100%

Fuente: Indeci, 2011

I. Ponderación y estratificación de la vulnerabilidad total

Una vez culminado el proceso de identificación, evaluación y análisis de los indicadores y variables consideradas para cada tipo de vulnerabilidad asociada ante la posible ocurrencia de peligro por Inundación, se procede a ponderar los resultados obtenidos por cada uno de ellos para luego calificar y estratificar la vulnerabilidad total. (Manual básico de estimación del riesgo,2011).

Una vez determinado el valor de cada tipo de vulnerabilidad y anotando el valor obtenido por cada tipo de vulnerabilidad; seguidamente se obtendrá el valor total, el mismo que será dividido entre el número de vulnerabilidades estudiadas, con la finalidad de determinar el promedio de éstas.

$$VT = \frac{VF+VA+VE+VS+VCI+VPI+VCT}{N} \dots (5)$$

Donde:

VT = Vulnerabilidad Total

N es el número de vulnerabilidades estudiadas, entonces tenemos que

Es necesario precisar, que en los casos donde la vulnerabilidad física tiene mayor porcentaje o relevancia sobre las demás vulnerabilidades, se establecerá una separación entre la vulnerabilidad física (VF) y el resto de las vulnerabilidades (VR), con la finalidad de determinar la vulnerabilidad total, así tendremos, que en el supuesto caso que la VF fuese del 95%, la VT será:

$$VT = \frac{VF+VR}{2} \dots (6)$$

Donde el resto de vulnerabilidades (VR) será:

VR = (VAE + VE + VS + VCI + VPI + VCT) /N

Donde N es el número de vulnerabilidades.

Este resultado, cualquiera sea el criterio que le otorgue a la VF, será uno de los valores que conjuntamente con el nivel o porcentaje del peligro permitirá el cálculo del riesgo, cabe indicar que la experiencia y el conocimiento del profesional sobre la zona, determinará los tipos de vulnerabilidad a analizar; de acuerdo a su importancia. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

2.2.3.1.3. Riesgo

La estimación del riesgo, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura) (Manual básico de estimación del riesgo-INDECI,2011)

El cálculo del riesgo se relaciona a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos respecto a la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; de la misma manera, el análisis de vulnerabilidad es la capacidad de resistencia que poseen los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etc.), en una determinada área geográfica. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

En tal sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística, a través de la fórmula siguiente:

$$R= P \times V \quad \dots\dots\dots (7)$$

Dicha ecuación es la referencia básica para el cálculo del riesgo, donde cada variable: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad, se considera la estimación del riesgo en aquellos casos relacionados con la elaboración de un proyecto de desarrollo y de esa manera se proporciona un factor de seguridad a la inversión de un proyecto.

El criterio descriptivo, se basa en el uso de la matriz de doble entrada: “Matriz de Peligro y Vulnerabilidad” Tabla 16. Para tal efecto, se requiere que previamente se haya determinado los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente (porcentajes), respectivamente.

Luego de calcular ambos porcentajes, se intersecta, por un lado (vertical), el valor y nivel estimado del peligro; y por otro lado (horizontal) el nivel de vulnerabilidad promedio determinado en la Tabla 16. De la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

Tabla 16: Matriz de Peligro y Vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Indicador	Vulnerabilidad Baja.	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Indeci, 2011

Clasificamos al riesgo, según la tabla, de la siguiente manera:

- ✚ Riesgo Bajo (< de 25%)
- ✚ Riesgo Medio (26% al 50%)
- ✚ Riesgo Alto (51% al 75%)
- ✚ Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

2.2.3.2. Metodología según el centro nacional de estimación prevención y reducción del riesgo de desastres- CENEPRED

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres- CENEPRED, es un organismo público ejecutor que conforma el SINAGERD, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción, propone y asesora al ente rector, así como a los distintos entes públicos y privados que integran al SINAGERD sobre la política, lineamientos y mecanismos referidos a los procesos de estimación, prevención y reducción de riesgo y reconstrucción. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

El Objetivo general de CENEPRED en la evaluación de riesgos es el de orientar los procedimientos para la evaluación de riesgos que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo.

Recopilación de la información: CENEPRED tiene a disposición el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), que cuenta con una amplia base de datos de libre acceso, la importancia de realizar una Evaluación de Riesgo está en: Orientar los procedimientos para la evaluación de riesgos que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres, adoptar medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo de desastres, las cuales sustentan la formulación de los proyectos de inversión pública. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

El método hace un compendio de los elementos que representan el medio físico de la zona de estudio a partir de las características naturales de la zona atendiendo a temas como la hidrografía, geomorfología, fisiografía, geología, edafología, uso de suelo, etc. La obtención del riesgo por medio de técnicas probabilistas requiere en un inicio de la identificación y análisis de los principales factores naturales y sociales que inciden en el municipio, así como de estadísticas existentes acerca de los eventos de desastre ocurridos con anterioridad, el impacto y frecuencia de ocurrencia de los fenómenos perturbadores sobre los sistemas afectables. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

Para estimar el riesgo se elabora una modelación a partir de tres componentes:

- 1) Evaluación de la amenaza-peligro,
- 2) Definición de la vulnerabilidad
- 3) Cálculo del riesgo.

2.2.3.2.1. Peligro

Se divide el nivel de peligrosidad en tres (03) indicadores

A. Nivel de Peligrosidad Social

Considerando los mapas de niveles de peligrosidad con el área de influencia del fenómeno de inundación, se determina los elementos de la dimensión social (grupo etario, servicios educativos, servicios de salud, para cada uno de los niveles de peligrosidad). (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

B. Nivel de Peligrosidad económica

Teniendo los elementos expuestos susceptibles (localización de edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicios de empresas expuestas, servicio de empresas de distribución de combustible y gas, servicio de empresas de transporte expuesto, área agrícola, servicio de telecomunicaciones), se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

C. Nivel de Peligrosidad ambiental

Considerando los elementos expuestos susceptibles ambientales (pérdida de agua, pérdida de suelo, deforestación de flora, deforestación de fauna, etc.), se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.3.2.1.1. *Estratificación del nivel de peligro*

Tabla 17: Estratificación de los niveles de peligrosidad según Cenepred

NIVELES	DESCRIPCIÓN
Muy Alto	La pendiente del terreno es mayor a 50° La geomorfología del terreno está caracterizada por ser montañosa, la litología corresponde a la presencia de piroclásticos, la hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuíferos, la sismicidad es de magnitud mayor a 7
Alto	La pendiente del terreno está entre 35 a 50° La geomorfología del terreno está caracterizada por ser colinas, la litología corresponde a compuestos volcánicos, la hidrogeología en el terreno está formada por acuitardos sedimentarios, la sismicidad es de magnitud mayor a 6 y menor a 7.
Medio	La pendiente del terreno está entre 20 a 35° La geomorfología del terreno está caracterizada por ser altiplanicies, la litología corresponde a intrusivos, la hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos, la sismicidad es de magnitud mayor a 5 y menor a 6.
Bajo	La pendiente del terreno está entre 5 a 20° La geomorfología del terreno está caracterizada por ser valle abierto, la litología corresponde a depósitos cuaternarios, bofedales y otros, la hidrogeología en el terreno está formada por acuífero volcánico y en zona de alteración, la sismicidad es de magnitud menor a 4.

Fuente: Indeci, 2011

2.2.3.2.1.2. *Niveles de peligrosidad*

Tabla 18: Niveles de peligrosidad según Cenepred

Niveles de Peligrosidad	Rangos
Muy Alta	$0.268 \leq P \leq 0.460$
Alta	$0.155 \leq P < 0.268$
Media	$0.078 \leq P < 0.155$
Baja	$0.040 \leq P < 0.078$

Np= Nivel de peligrosidad

Fuente: Indeci, 2011

2.2.3.2.2. Vulnerabilidad

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S N°048-2011- PCM), se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.3.2.2.1. Factores de Vulnerabilidad

Dentro de los factores importantes que definen la vulnerabilidad se encuentran la Exposición, fragilidad y resiliencia; la primera de éstas se refiere a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro, a mayor exposición se tiene mayor vulnerabilidad. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

La Fragilidad está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro, en general está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno; por ejemplo, las formas de construcción, seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales entre otros.

La resiliencia, en cambio, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro, está asociada a condiciones sociales y de organización de la población, a mayor resiliencia, menor será la vulnerabilidad. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

2.2.3.2.2.2. Análisis de elementos susceptibles

Para el análisis de la Vulnerabilidad lo primero es determinar los elementos susceptibles a los peligros asociados al fenómeno, para luego definir los parámetros de evaluación y descriptores, ambos con sus correspondientes ponderaciones; dentro de las dimensiones involucradas se tienen la social, económica y ambiental

A. Dimensión Social

Dentro de los parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión social. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

Tabla 19: Parámetros de elementos expuestos para la dimensión social

Elementos expuestos Susceptibles	Fragilidad social	Servicios educativos, de salud, estrato social, tipo de alumbrado.
	Resiliencia social	Profesión del jefe de familia, nivel de instrucción, principal fuente de ingreso, grado de relación entre instituciones y organizaciones, capacitación en temas de gestión de riesgos.
	Exposición social	Grupo etareo, servicios educativos expuestos, servicios de salud terciarios

Fuente: Adaptado de manual Cenepred, 2015

B. Dimensión económica

Dentro de los parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión económica

Tabla 20: Parámetros de elementos expuestos para la dimensión económica

Elementos expuestos Susceptibles	Fragilidad económica	Material de la estructura predominante, antigüedad de la edificación, estado de conservación, número de pisos, etc.
	Resiliencia económica	Saneamiento de la propiedad, capital social, diversidad económica, ingreso promedio familiar mensual, capacitación en temas de gestión de riesgos, organización.
	Exposición económica	Localización de la edificación, servicios básicos de agua potable, servicios de empresas eléctricas expuestas, área agrícola, pecuaria, pesca, servicio de telecomunicaciones

Fuente: Adaptado de manual Cenepred, 2015

C. Dimensión ambiental

Dentro de los parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión ambiental. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

Tabla 21: Parámetros de elementos expuestos para la dimensión ambiental

Elementos expuestos Susceptibles	Fragilidad ambiental	Explotación de recursos naturales. Localización de centros poblados.
	Resiliencia ambiental	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental. Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales Capacitación en temas de conservación ambiental.
	Exposición ambiental	Deforestación, pérdida de suelo, pérdida de agua, etc.

Fuente: Adaptado de manual Cenepred, 2015

2.2.3.2.2.3. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Tabla 22: Estratificación de los niveles de peligrosidad según Cenepred

NIVELES	DESCRIPCIÓN
Muy Alto	Grupo etario población menor a 1 año y mayor a 65 años. Tenencia de la vivienda: propia por invasión, no afiliada a ningún seguro. Vivienda Particular: choza, vivienda improvisada o no destinada a vivienda, piedra con barro, sillar con cal o cemento. Abastecimiento de agua: río, acequia, vecino u otro. Rama Económica: Agricultor, pesca, explotación de minas.
Alto	Grupo etario población de 1 a 14 años. Tenencia de la vivienda: Alquilada, no afiliada a ningún seguro. Vivienda Particular: vivienda en quinta. Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Rama Económica: Construcción, hogares privados
Medio	Grupo etario población de 45 a 64 años. Tenencia de la vivienda: Cedida por el centro de trabajo u otra forma, no afiliada a ningún seguro. Vivienda Particular: vivienda en vecindario. Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Rama Económica: Suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras.

Bajo	Grupo etario población de 15 a 44 años. Tenencia de la vivienda: Propia pagando a plazos o totalmente pagada, no afiliada a ningún seguro. Vivienda Particular: departamento en edificio o casa independiente. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública dentro o fuera de la vivienda. Rama Económica: trabajador independiente, empleador o patrón, al cuidado del hogar u otra actividad económica especificada.
------	---

Fuente: Indeci, 2011

2.2.3.2.2.4. Niveles de vulnerabilidad

Tabla 23: Niveles de vulnerabilidad según Cenepred

Niveles de Vulnerabilidad	Rangos
Muy Alta	$0.255 \leq V \leq 0.490$
Alta	$0.142 \leq V < 0.255$
Media	$0.077 \leq V < 0.142$
Baja	$0.037 \leq V < 0.077$

V= Nivel de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2.3. Riesgo

Los niveles de riesgo según el Centro Nacional de estimación, prevención y reducción de desastres (CENEPRED), se genera tras multiplicar los valores de los rangos obtenidos para la vulnerabilidad y el peligro, respectivamente. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

Tabla 24: Niveles de riesgo según Cenepred

Niveles de Riesgo	Rangos
Muy Alta	$0.117 \leq R \leq 0.225$
Alta	$0.035 \leq R < 0.117$
Media	$0.021 \leq R < 0.035$
Baja	$0.006 \leq R < 0.021$

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2.3.1. Estratificación de riesgos

Tabla 25: Estratificación de los niveles de riesgo según Cenepred

NIVELES	DESCRIPCIÓN
Riesgo Muy Alto	Son terrenos llanos, con pendiente entre 0 a 1°, áreas muy susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumuladas mayor a 2100 mm. Tenencia de la vivienda: propia por invasión. Vivienda particular: choza, vivienda improvisada o no destinada a vivienda. Servicio Higiénico: no tiene, en río, acequia o canal. Material predominante en paredes: estera, piedra con barro, sillar con calo cemento, Rama Económica: agricultor, pesca, explotación de minas.
Riesgo Alto	Son terrenos llanos con pendiente entre 1 a 5°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumuladas entre 1101 a 2464 mm durante el verano. Tenencia de la vivienda: alquilada. Vivienda particular: vivienda en quinta. Servicio Higiénico: pozo ciego o negro, letrinas. Material predominante en paredes: quinchá. Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Rama Económica: construcción, hogares privados
Riesgo Medio	Son terrenos llanos con pendiente entre 5 a 25°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumuladas entre 601 a 1101 mm durante el verano. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro de trabajo u otra forma. Vivienda particular: vivienda en vecindario. Servicio Higiénico: pozo séptico. Material predominante en paredes: madera. Abastecimiento de agua: pilón de uso público. Rama Económica: suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras, obreros
Riesgo Bajo	Son terrenos llanos con pendiente entre 25 a 45°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumuladas entre 72 a 600 mm durante el verano. Tenencia de la vivienda: propia pagando a plazos o totalmente pagada. Vivienda particular: departamento en edificio o casa independiente. Servicio Higiénico: conexión a red pública dentro o fuera de la vivienda. Material predominante en paredes: ladrillo o bloque de cemento, adobe o tapial. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública fuera o dentro de la vivienda. Rama Económica: Trabajador independiente, empleador o patrón, al cuidado del hogar u otra actividad económica.

Fuente: Indeci, 2011

2.2.3.2.3.2. Procedimiento de análisis jerárquico

Consiste en el proceso de obtener los pesos ponderados para los parámetros y descriptores, que se utilizan en el cálculo del peligro y vulnerabilidad según la metodología del Centro nacional de Estimación, prevención, y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED); es necesario analizar cada factor y sus indicadores, empleando el método multicriterio o proceso de análisis jerárquico según la escala de Saaty para el cálculo de los vectores prioritarios. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

A. Paso 01.

En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro, para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty, la escala ordinal de comparación se mueve entre los valores 9 y 1/9 respectivamente, pero también pueden tomarse valores intermedios entre los mencionados.

Tabla 26: Matriz de Saaty

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o diferente a	Al comparar un elemento con el otro, no hay diferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores	

Fuente: Adaptado de manual Cenepred 2015

B. Paso 02.

El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila /columna), la diagonal de la matriz siempre será la unidad, por ser comparación de parámetros de igual magnitud; se introducen entonces los valores en las celdas y automáticamente se obtendrán valores inversos de las celdas (debido a que el análisis es inverso)

Parámetro	A1	A2	...	...	AN
A1	1.00	a ₁₂	...	...	a _{1n}
A2	a ₂₁	1.00			a _{2n}
...	...	...	1.00	...	...
...	...	...	...	1.00	...
AN	a _{n1}	a _{n2}	...	...	1.00

Sumamos entonces, verticalmente los elementos de cada columna, así se obtienen los valores siguientes:

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n = \sum_{i=1}^n a_i \quad \dots (8)$$

C. Paso 03.

Se construye la matriz de normalización, la cual se obtiene de dividir cada elemento de la matriz anterior entre la suma obtenida, la matriz de normalización muestra el vector de priorización obtenido de los promedios (pesos ponderados) e indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

El siguiente paso es obtener el vector de priorización, el cual nos muestra los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada

$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=2}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=n}^n a_{nj} \end{pmatrix} \quad \dots (10)$$

Se obtiene entonces el vector de prioridades de los criterios:

$$p = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} \quad \dots (11)$$

Se debe de indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1, o de igual forma al 100 % expresado en porcentaje, entonces:

$$\sum_{i=1}^n p_{c1i} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1 \quad \dots (12)$$

D. Paso 04.

Se calcula la relación de consistencia, la cual debe arrojar un valor menor al 10 % (RC<0.10), lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de son los más adecuados, el primer paso es obtener la matriz de suma ponderada, para luego dividirlo entre el vector de priorización.

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Vsp_{11} \\ Vsp_{12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ Vsp_{1n} \end{pmatrix} \quad \dots (13)$$

Se divide entonces los elementos de la matriz del vector suma ponderada, entre el correspondiente valor de prioridad

$$\begin{aligned} \frac{Vsp_{11}}{p_{c11}} &= \lambda_1 \\ \frac{Vsp_{12}}{p_{c12}} &= \lambda_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ \frac{Vsp_{1n}}{p_{c1n}} &= \lambda_n \end{aligned} \quad \dots (14)$$

Finalmente se obtiene el valor de λ_{max} , siendo el promedio de los valores antes calculados.

$$\lambda_{max} = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)}{n} \quad \dots (15)$$

La relación de consistencia se determina luego de dividir el valor del índice de consistencia y el índice aleatorio, si dicha relación de consistencia resulta ser mayor a 0.10, se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares.

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad \dots (16)$$

Mientras que para determinar el valor del índice aleatorio se tendrá en cuenta la tabla siguiente, donde "n" es el número de parámetros de la matriz, finalmente se tomarán en cuenta los vectores prioridad obtenidos para cada parámetro.

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \dots (17)$$

Tabla 27: Índices aleatorios para relación de consistencia

n	IA	n	IA
3	0.525	10	1.484
4	0.882	11	1.513
5	1.115	12	1.535
6	1.252	13	1.555
7	1.341	14	1.570
8	1.404	15	1.583
9	1.452	16	1.595

Fuente: Aguarón y Moreno –Jiménez, 2001.

2.2.3.2.3.3. Procedimiento de determinación del riesgo

Para el análisis se debe construir una base de datos que contiene gran cantidad de información (cuantitativa y cualitativa) y así determinar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos; el siguiente procedimiento está en función de la información obtenida del área en estudio. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

A. Paso 01.

En primer lugar, se calcula el peso ponderado correspondiente al peligro, se determinan entonces los pesos para parámetros y descriptores existentes en las 02 dimensiones (fenómeno y susceptibilidad respectivamente).

$$(VALOR_{FENOMENO} \times PESO_{FENOMENO}) + (VALOR_{SUSCEPTIB.} \times PESO_{SUSCEPTIB.}) = VALOR_{PELIGRO} \dots (18)$$

Los pesos correspondientes para cada dimensión de análisis deben de ser calculados mediante evaluación jerárquica matricial cuando se trate de tres a más valores, mientras que al tomarse dos valores se toma como pesos ponderados 0.50 para ambos, pues se asume son de igual influencia (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

B. Paso 02.

Se determina el valor del fenómeno a evaluar, para lo cual se realiza la ponderación de los parámetros y descriptores para cada indicador; es de suma importancia entonces, evaluar los indicadores correctos que puedan ajustarse al fenómeno en estudio

$$\sum_{i=1}^n P_{1i} \times D_{1j} = \text{Valor Fenómeno} \dots (19)$$

Donde:

P_{1i} : Valor de parámetro para cada indicador

D_{1j} : Valor de descriptor para cada indicador

C. Paso 03.

La susceptibilidad se obtiene al sumar los valores de los factores condicionantes y desencadenantes (los pesos ponderados de ambos indicadores es 0.50)

$$(\text{VALOR}_{\text{factor condicionante}} \times 0.50) + (\text{VALOR}_{\text{factor desencadenante}} \times 0.50) = \text{VALOR}_{\text{SUSCEPTIB...}} \dots (20)$$

Se determina el peso ponderado del factor condicionante y desencadenante, a partir del valor de parámetros y descriptores pertenecientes a cada indicador.

$$\sum_{i=1}^n P_{1i} \times D_{1j} = \text{Valor Factor Condicionante} \dots (21)$$

$$\sum_{i=1}^n P_{1i} \times D_{1j} = \text{Valor Factor Desencadenante...} (22)$$

Donde:

P_{1i} : Valor de parámetro para cada indicador

D_{1j} : Valor de descriptor para cada indicador

D. Paso 04.

Para el cálculo de la vulnerabilidad se seguirá el mismo procedimiento mencionado en el paso anterior, ahora enfocado a los indicadores social, económico y ambiental respectivamente; el cálculo de los pesos ponderados debe realizarse mediante procedimiento de análisis jerárquico. (Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales- CENEPRED, 2015)

$$(V_s \times P_s) + (V_e \times P_e) + (V_a \times P_a) = VALOR_{VULNERABILIDAD} \dots (23)$$

Donde:

V_s : Valor de vulnerabilidad social.

V_e : Valor de vulnerabilidad económica

V_a : Valor de vulnerabilidad ambiental

P_s, P_e, P_a : Valor de los pesos ponderados para vulnerabilidad social, económica y ambiental

La vulnerabilidad se divide en las dimensiones: exposición, fragilidad y resiliencia, por lo tanto, se determinará los pesos ponderados de cada indicador para hallar cada vulnerabilidad.

$$E_s + F_s + R_s = V_s$$

$$E_e + F_e + R_e = V_e \dots (24)$$

$$E_a + F_a + R_a = V_a$$

Donde:

E_s, E_e, E_a : Valor de exposición social, económica y ambiental.

F_s, F_e, F_a : Valor de fragilidad social, económica y ambiental.

R_s, R_e, R_a : Valor de resiliencia social, económica y ambiental.

V_s, V_e, V_a : Valor de resiliencia social, económica y ambiental.

Para determinar el valor de exposición, fragilidad y resiliencia para cada indicador, se debe realizar el procedimiento similar visto anteriormente mediante el cálculo de parámetros y descriptores, por lo cual debe analizarse de manera individual cada peso ponderado.

$$\sum_{i=1}^n P_{1i} \times D_{1j} = E_{S,E,A}$$

$$\sum_{i=1}^n P_{1i} \times D_{1j} = F_{S,E,A} \quad \dots (25)$$

$$\sum_{i=1}^n P_{1i} \times D_{1j} = R_{S,E,A}$$

Donde:

P_{1i} : Valor de parámetro para cada indicador.

D_{1j} : Valor de descriptor para cada indicador.

E_S, E_E, E_A : Valor de exposición social, económica y ambiental.

F_S, F_E, F_A : Valor de fragilidad social, económica y ambiental.

R_S, R_E, R_A : Valor de resiliencia social, económica y ambiental.

E. Paso 05.

Para obtener el valor representativo de cada descriptor y parámetro en el cálculo del puntaje del peligro y vulnerabilidad, deben de tomarse los valores máximos de cada una de las matrices obtenidas del proceso de jerarquización (los tres valores más altos); de la misma manera al tomar el valor de un parámetro con más de dos descriptores, se escoge entre los más altos obtenidos.

Finalmente se determina el valor del riesgo, usando el valor del peligro y la vulnerabilidad antes calculados.

$$(V_V + V_P) = V_R \quad \dots (26)$$

Donde:

V_V : Valor de vulnerabilidad

V_P : Valor de peligro.

V_R : Valor del riesgo.

2.2.4. Control del riesgo

Aceptabilidad/ Tolerabilidad: A pesar de los esfuerzos de especialistas de diferentes disciplinas para estimar o valorar el riesgo, cualquiera que sea el enfoque de concepción del riesgo que se tenga, es necesario tener un referente para efectos de estimar cuándo

unas consecuencias sociales, económicas o ambientales pueden considerarse graves, importantes o insignificantes y si son o no aceptables por quien tiene la posibilidad de sufrirlas o afrontarlas. (Manual Cenepred, 2011).

Una metodología ampliamente utilizada para la determinación indirecta del nivel de riesgo es el análisis Costo- Beneficio o Costo-Efectividad, en el cual se relaciona el daño con el peligro para la vida; en áreas altamente expuestas donde ocurren con frecuencia eventos de dimensiones moderadas, cualquier aumento en los costos de mitigación se verá compensado por la reducción en los costos causados por daños.

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente, su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas. (Manual Cenepred, 2011).

A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable, por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de los casos, es decir para los eventos más frecuentes, esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores, los siguientes cuadros describen las consecuencias del impacto, la frecuencia de ocurrencia de un fenómeno natural, las medidas cualitativas de consecuencia y daño, la aceptabilidad y tolerancia del riesgo y las correspondientes matrices, indicando los niveles que ayudarán al control de los riesgos (Manual Cenepred, 2011).

Tabla 28: Niveles de consecuencias

NIVELES DE VULNERABILIDAD	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionados con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural poder ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Adaptado de manual Cenepred 2015

Tabla 29: Niveles de frecuencia de ocurrencias

NIVELES DE VULNERABILIDAD	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	Muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: Adaptado de manual Cenepred 2015

Tabla 30: Matriz de consecuencias y daños

Consecuencias	Nivel	Nivel de consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Medio	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Medio	Medio	Alta	Alta
Baja	1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	NIVELES	1	2	3	4
	FRECUENCIA	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Indeci, 2011

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Desastres

Los desastres son ya sea situaciones o procesos sociales que se desencadenan como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, de fallas tecnológicas en sistemas industriales o bélicos o provocados por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una comunidad, terminan causando pérdidas humanas y materiales, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y daños severos al medio ambiente. Lo anterior determina la necesidad de asistencia inmediata de las autoridades y de la población para atender los afectados y también restablecer la normalidad (Jiménez, 2004).

Los desastres se definen entonces, como fenómenos que afectan directamente a las personas y/o sectores productivos y que, provocando daños de consideración a la infraestructura física y de servicio, empeoran las condiciones de vida de diversos sectores de la población, alterando así su actividad cotidiana (Espinoza, 1985).

Macías, 1999, en su libro "Desastres y protección civil" lo define como: El desastre es una condición en la que parte de una sociedad sufre cambios producidos por uno o varios efectos destructivos ocasionados por fenómenos naturales o tecnoindustriales. Es por ende un proceso condicionado por la vulnerabilidad social respecto a determinados riesgos. (Zafra, 2015).

Otra definición nos dice: "Desastre es la interacción entre un fenómeno geofísico extremo y una condición vulnerable que se traduce en pérdidas humanas y económicas en una escala tal que sobrepasa las capacidades y recursos de la administración local" (Aysan & Oliver, 1997).

Se puede decir que los desastres naturales son una interrupción severa del funcionamiento de una comunidad causada por un peligro, de origen natural o inducido por la actividad del hombre, ocasionando pérdidas de vidas humanas, considerables pérdidas de bienes materiales, daños a los medios de producción, el ambiente y a los bienes culturales. La comunidad afectada no puede dar una

respuesta adecuada con sus propios medios a los efectos del desastre, siendo necesaria la ayuda externa ya sea a nivel nacional y/o internacional. (INDECI, 2006)

2.3.1.1. Inundación.

Según el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se entiende como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas. Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos, por subida de las mareas por encima del nivel habitual por avalanchas causadas por tsunamis (Comisión Nacional del Agua, 2011).

Se define como la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos, por subida de las mareas por encima del nivel habitual por avalanchas causadas por tsunamis (Comisión Nacional del Agua, 2011).

De acuerdo al artículo 2 del Parlamento Europeo, 2007, define como inundación al anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos por agua. Incluye las inundaciones ocasionadas por ríos, torrentes de montaña, corrientes de agua intermitentes del mediterráneo y las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras, y puede excluir las inundaciones de las redes de alcantarillado.

2.3.2. Vulnerabilidad.

Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político- institucional y otros), puede sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (SUBDERE, 2013).

La vulnerabilidad se define también como: el grado de susceptibilidad hacia un peligro o amenaza, y está integrado por la población y diversos componentes del desarrollo humano, entre los que destacan el uso del suelo, la vivienda, el equipamiento, la

infraestructura y servicios, así como la vialidad y transporte, los cuales al estar expuestos al impacto del "fenómeno destructivo", pueden sufrir daños (Maskrey, 1993).

Es un factor interno de un sujeto o sistema expuesto a un peligro, que según el grado de resistencia de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), puede ser susceptible a sufrir daño. Su gestación está asociada directamente con factores de orden antrópico, esto es, la interacción humana con la naturaleza (INDECI, 2015).

2.3.2.1. Vulnerabilidad Total.

La vulnerabilidad total o global está interpretada por diferentes vulnerabilidades:

a. Vulnerabilidad Física

La vulnerabilidad física se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos.

Frente a inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de asentamientos humanos en zonas expuestas a los riesgos citados.

Pero quienes deciden levantar sus casas en terrenos urbanos inundables o en laderas deleznable y empinadas, generalmente no lo hacen por amor al río o al paisaje, sino porque carecen de opciones: porque su capacidad adquisitiva está por debajo del precio de terrenos más seguros y estables. Y llegan allí por medio de "invasiones", promovidas muchas veces en vísperas electorales por los traficantes de votos; a través de "urbanizadores" piratas; o al adquirir sus viviendas a constructores legales, pero carentes de toda responsabilidad frente a sus clientes. (INDECI, 2014).

b. Vulnerabilidad Ambiental

La vulnerabilidad ambiental se define como la exposición y la sensibilidad de un sistema o comunidad frente a los efectos adversos de distintos tipos de fenómenos naturales, y la capacidad para recuperarse una vez se desencadenan (Smith & Wandel, 2006).

Uno de los aspectos que más se resalta, dentro de estos estudios, son los daños generados por el calentamiento global y la propensión a las temperaturas extremas; dentro de las causas subyacentes de la vulnerabilidad ambiental estarían: el rápido crecimiento demográfico, las migraciones, la pobreza, la concentración de la población en áreas vulnerables, la baja calidad de la infraestructura, vivienda y servicios, el daño ambiental causado por la sobreexplotación de los recursos naturales y el bajo nivel de preparación para situaciones de emergencia (CEPAL, 2006).

c. Vulnerabilidad económica

La vulnerabilidad económica se define como el grado de exposición o riesgo al que se encuentra sometido un individuo, su familia, o el país en su conjunto, ante la probabilidad de ocurrencia de shocks exógenos (eventos que tienen un impacto negativo significativo sobre la economía y que está más allá del control del gobierno), la vulnerabilidad económica depende de tres tipos de componentes: el tamaño y probabilidad de los shocks, la exposición a los shocks y la capacidad para resistir y recuperarse de los daños ocasionados como fruto de los eventos adversos (Guillaumont, 2016).

d. Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social se explica, en primer lugar, por la situación de inseguridad a la cual se enfrentan las comunidades, familias o individuos como consecuencia de un impacto traumático que se origina en cualquiera de las esferas: económica, política, ambiental, etc. En segundo lugar, la vulnerabilidad social está relacionada con la manera como estos sujetos gestionan los recursos y toman las medidas para hacer frente al impacto recibido (Villagrán, 2006).

La vulnerabilidad social, en el caso de América Latina, se explica por dos factores: en primer lugar, por los impactos provocados por el patrón de desarrollo, y, en segundo lugar, por las dificultades de muchos individuos o colectivos para hacer frente y aprovechar los beneficios u oportunidades que ofrece dicho modelo. Bajo esta postura, la vulnerabilidad social es el resultado de la conjunción de una serie de factores provenientes de diferentes tópicos, cuyas consecuencias se pueden observar en variables como el desempleo, la pobreza, el hambre, etc. (Pizarro, 2001).

e. Vulnerabilidad cultural- ideológica

Se enfoca en dos casos concretos que reflejan la vulnerabilidad cultural de una comunidad, en primer lugar, indica que la forma en que una comunidad reacciona ante un desastre se ve influenciada por los valores que rigen dicha sociedad, bien sea cooperación y solidaridad o una comunidad donde predomine el egoísmo y el individualismo; en segundo lugar, el autor hace referencia al papel de los medios masivos de comunicación y al tratamiento que se le da a la información, que en muchos casos da una sensación de impotencia frente a los desastres y no se enfoca en forjar una cultura de prevención, donde los mensajes permitan a comunidades entender la gestión del riesgo. (INDECI, 2014).

f. Vulnerabilidad política- institucional

La vulnerabilidad institucional se relaciona con los problemas estructurales que las autoridades políticas no pueden mitigar o resolver, uno de esos problemas es el centralismo del Estado, se suma a ello las decisiones sobre las actividades de las grandes empresas productivas, de las empresas bancarias y financieras, o de empresas de comercialización o servicios, que también son tomadas en la capital. (Cerrón, 2009).

g. Vulnerabilidad científica- tecnológica

La vulnerabilidad científica - tecnológica se refiere a los conocimientos del mismo tipo que la población debe de tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente en los existentes en el centro poblado de residencia. Asimismo, se relaciona con el acceso a la información y el uso de nuevas técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos (INDECI, 2014)

2.3.3. Peligro.

Es un evento externo, representado por un fenómeno físico de origen natural o antrópico, se manifiesta en sitios específicos y durante un tiempo de exposición determinado, puede ocasionar daños físicos, económicos, ambientales, sociales. Peligro es sinónimo de amenaza. (INDECI, 2015).

La definición del diccionario Larousse, 1996, considera el peligro como "riesgo inminente" o estar a punto de suceder una cosa desagradable". Al peligro se le relaciona con la noción o concepto de amenaza, que es una expresión verbal que denota la acción. En la presente investigación se utilizará el concepto de amenaza y peligro como sinónimos. (Zafra, 2015)

Mientras que, Jiménez, 2004, define el peligro como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad que es conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente. El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre.

La amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el ambiente. Matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un sitio específico y en un determinado período de tiempo (Wilches-Chaux, 1989).

Cuando el peligro es muy alto, nos encontramos ante un peligro que puede ser catalogado como "peligro inminente", es decir a la situación creada por un fenómeno de origen natural u ocasionado por la acción del hombre, que haya generado, en un lugar determinado, un nivel de deterioro acumulativo debido a su desarrollo y evolución, o cuya potencial ocurrencia es altamente probable en el corto plazo, desencadenando un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno socio - económico (INDECI, 2006).

2.3.3.1. Condiciones de peligro.

Los peligros de origen natural que generan riesgos de desastres en el país, están relacionados a su ubicación y características geográficas; la inadecuada ocupación del espacio, aunada al desarrollo de las actividades socioeconómicas y culturales carentes de un enfoque de gestión de riesgo de desastres; generan adicionalmente peligros inducidos por la acción humana tales como incendios, explosiones, contaminación, epidemias y otros; teniendo como resultado el incremento progresivo de la vulnerabilidad por explosión, fragilidad y baja resiliencia. (Plan Nacional de gestión de riesgo de desastres, 2014-2021)

En el periodo comprendido entre 2003 al 2012, el 30.8 % de las personas fallecidas se debieron al impacto de la geodinámica interna (sismos), el 22.49 % de los fallecidos fueron producidos por la acción humana (incendios urbanos, contaminación ambiental, etc.); en el caso de la población damnificada el 43.87 % fueron por lluvias intensas e inundaciones y el 31.34 % por sismos; las personas afectadas por bajas temperaturas representan el 50.62 % del total y por lluvias intensas e inundaciones el 33.36 %; en cuanto a las viviendas destruidas, el 48.57 % fueron consecuencia de la ocurrencia de sismos y el 29.43 % se debieron a las lluvias intensas e inundaciones; las viviendas afectadas (77.40 % del total) fueron lluvias intensas e inundaciones y el 7.44 % por bajas temperaturas (Plan Nacional de gestión de riesgo de desastres, 2014-2021)

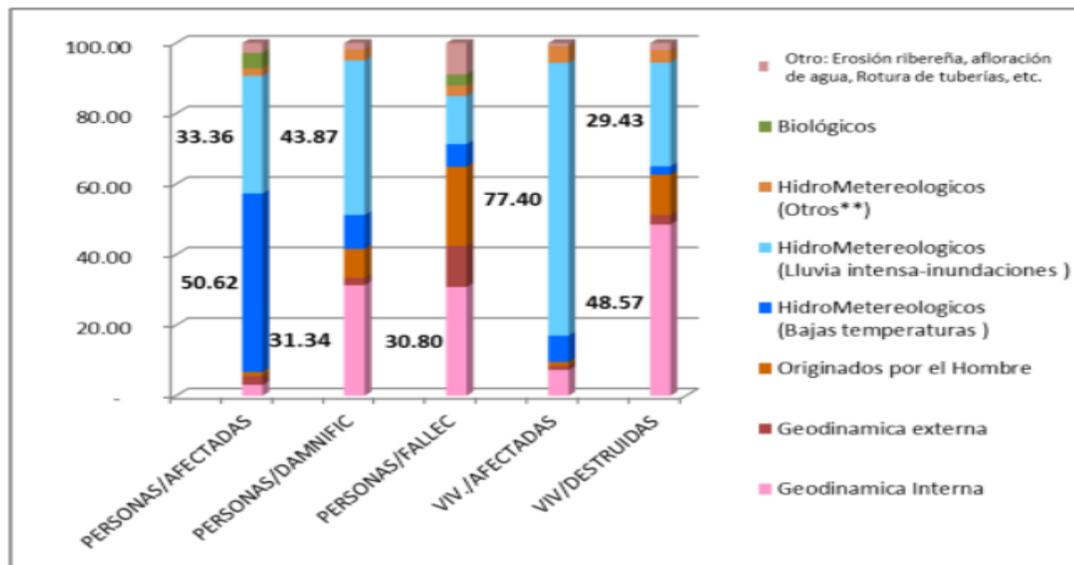


Figura 1: Impacto en Perú, según desastres, periodo 2003-2012

Fuente: Plan nacional de gestión del riesgo de desastres, 2014-2021

TIPO DE PELIGRO	PERSONAS AFECTADAS		PERSONAS DAMNIFICADAS		PERSONAS FALLECIDAS		VIVIENDAS AFECTADAS		VIVIENDAS DESTRUIDAS	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Geodinámica Interna (*)	296870	3.09	442792	31.34	608	30.80	54340	7.32	94173	48.57
Geodinámica Externa	233353	2.43	29618	2.10	230	11.65	8166	1.10	5247	2.71
Originados por el hombre	116300	1.21	115838	8.20	444	22.49	8486	1.14	22109	11.4
Hidrometeorológicos (Bajas temperaturas)	4865167	50.62	135373	9.58	126	6.38	55193	7.44	4629	2.39
Hidrometeorológicos (Lluvias intensas inundaciones)	3206385	33.36	619766	43.87	269	13.63	574506	77.40	57059	29.43
Hidrometeorológicos (Otros)	207995	2.16	43751	3.08	60	3.04	34212	4.61	6956	3.59
Biológicos	423183	4.40	0	-	62	3.14	726	0.10	0	-
Otros *	261746	2.72	25713	1.82	175	8.87	6611	0.89	3727	1.92
TOTAL	9610999		1412851		1974		742240		193900	

Cuadro 1: Impacto de los desastres según tipo de peligro, periodo 2003-2012

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil / centro de operaciones de emergencia nacional

2.3.4. Riesgo.

Mientras que el peligro se asocia a algo concreto y el riesgo es más bien el margen de incertidumbre sobre el posible daño, por lo que el riesgo es igualmente un concepto cualitativo que implica un valor colectivo; por lo que no sólo depende del cálculo de probabilidad, sino también de los contextos sociales y culturales" (Briones, 2005).

Otra definición aceptada es: "Riesgo es la incertidumbre de que un suceso pueda o no ocurrir, es la probabilidad de que los acontecimientos del futuro no sean como se han supuesto" (Vidal, 1973). Es la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro de ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad. Desde el punto de vista de pérdida, el riesgo puede verse como la combinación de tres factores importantes: el costo o valor de los bienes expuestos a un evento, por su nivel de vulnerabilidad o daño ante el evento en acción, por la probabilidad de que el evento ocurra (Comisión Nacional del Agua, 2011).

Es también la probabilidad que se presente un daño sobre un elemento o componente determinado, teniendo una vulnerabilidad intrínseca, a raíz de la presencia de un evento peligroso, con una intensidad específica. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. (INDECI, 2006).

2.3.4.1. Naturaleza del Riesgo.

Kohler, 2004, nos menciona que los riesgos han acompañado la vida cotidiana del hombre desde siempre, una vida sin riesgos no existe y nunca existirá, pero el nivel de tolerancia y la percepción de los riesgos varían en cada persona. Esta percepción no sólo varía de persona en persona sino también de región en región, de sociedad en sociedad y de cultura en cultura. Por consiguiente, no existe una definición universal de riesgo; precisamente, porque cada persona, cada cultura lo percibe de manera diferente. En el contexto de la gestión de riesgo de desastres naturales, lo definen: “el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo causante de daños con una determinada magnitud en un determinado lugar y en un determinado momento”.

Siendo el riesgo algo que todavía no ha ocurrido, algo que se proyecta hacia el futuro. Si un riesgo es considerado o percibido como demasiado alto, existen dos posibilidades: eliminar el riesgo o reducirlo lo más que se pueda, no obstante, la creciente pobreza muchas veces crea situaciones en las que una población afectada se expone a un riesgo muy alto, asentándose esto en zonas de aglomeración, en pendientes muy inclinadas o en áreas de inundación.

Por consiguiente, la puesta a disposición de información relevante sobre una amenaza ayuda a concientizar a las personas y a mejorar la percepción del riesgo. (Kohler, 2004)

2.3.4.2. Elementos del análisis del riesgo.

Kohler, 2004, menciona que son dos los elementos de análisis del riesgo: peligro y vulnerabilidad, fundamentales para el análisis de riesgo; la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso y la vulnerabilidad como la propensión a sufrir daños en el momento de producirse el evento y como la capacidad de protegerse correspondientemente. Por ende el producto de éstos dos elementos es el riesgo, que expresa la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de los posibles daños o pérdidas.

2.3.4.3. Análisis del riesgo.

El Análisis de riesgos es un paso importante para implementar la seguridad de la información, como su propio nombre lo indica, es realizado para detectar los riesgos a los cuales están sometidos los activos de una organización, es decir, para saber cuál es la probabilidad de que las amenazas se concreten. (Irina & Miriam, 2010).

Actualmente, los análisis de riesgo no solo se limitan a la naturaleza como causante de desastres naturales, sino que también estudian el rol de las sociedades, de sus formas de producción y de vida, de sus modelos de desarrollo para, así, integrar los resultados de estos estudios y el análisis a las correspondientes estrategias de protección. De esta forma, se concibe el Análisis de riesgo (AdR) como un instrumento fundamental de la Gestión de riesgo (GdR) y del manejo de desastres, que sirve de base para implementar las medidas para la reducción de los riesgos y de los efectos de un posible desastre (Kohler, 2004).

En sentido amplio, el análisis de riesgos implica a cualquier método, cualitativo o cuantitativo, para evaluar el impacto del riesgo en la toma de decisiones, y existen numerosas técnicas al respecto, y el objetivo es ayudar a quien debe tomar una decisión a seleccionar un curso de acción, una vez que se comprenden mejor los resultados posibles que pueden ocurrir. Una vez que se reconoce una situación riesgosa, el paso siguiente es cuantificar el riesgo que involucra esa situación de incertidumbre. Cuantificar el riesgo significa determinar todos los valores (Fiorito, 2006)

2.3.4.4. Estimación del riesgo.

Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado, éste se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El riesgo puede ser de origen natural, geológico, hidrológico o atmosférico o, también, de origen tecnológico o provocado por el hombre; para que exista un riesgo, debe haber tanto una amenaza, como una población vulnerable a sus impactos (Lavell, 1996).

La estimación del riesgo en Defensa Civil, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura). Se estima el riesgo antes de que ocurra el desastre. En este caso se plantea un peligro hipotético basado principalmente, en su periodo de recurrencia. En tal sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística, a través de la fórmula siguiente (INDECI, 2006):

$$R = P \times V \dots\dots (27)$$

El riesgo también se puede ver como el número esperado de pérdidas humanas, heridos daños a la propiedad, el ambiente, interrupción de las actividades económicas, impacto social debido a la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre, es decir el producto del peligro o amenaza por la vulnerabilidad, por lo que el modelo conceptual del riesgo se puede expresar de la siguiente forma: Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad (Wilches- Chaux, 1989).

2.3.5. Instituto Nacional de Defensa Civil.

El Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI es un organismo público ejecutor, integrante del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de desastres, adscrito al Ministerio de Defensa, y dentro de sus funciones se encuentra el asesorar y proponer al ente rector (Presidencia del Consejo de Ministros) la normativa que asegure procesos técnicos y administrativos de la gestión reactiva. Son responsables técnicos de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de desastres en los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación. (Manual de organización y funciones - INDECI, 2003)

2.3.5.1. Objetivos.

Entre sus objetivos estratégicos se tienen:

- a) Fortalecer la capacidad de la gestión reactiva de los miembros del Sistema Nacional de Gestión del riesgo de desastres – SINAGERD. (Manual de organización y funciones - INDECI, 2003)
- b) Proteger a la población, previniendo daños, proporcionando ayuda oportuna y adecuada y asegurando su rehabilitación en casos de desastres, cualquiera que sea su origen. Para tal efecto, ejecuta actividades de prevención y atención de desastres; en la prevención realiza actividades de estimación, evaluación, reducción y mitigación de riesgos; y en la atención de desastres realiza actividades de preparación, evaluación de daños, atención y rehabilitación. (Manual de organización y funciones de INDECI, 2003)

2.3.5.2. Misión.

Su misión es conducir los procesos de la gestión reactiva en el marco del Sistema Nacional de gestión del riesgo de desastres- SINAGERD, en provecho de la población en general, sus medios de vida y el patrimonio del Estado en forma inmediata, permanente y eficiente. (Manual de organización y funciones de INDECI, 2003)

2.3.5.3. Funciones

- a) Asesorar y proponer al ente rector el contenido de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en lo referente a estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres.
- b) Asesorar y proponer al ente rector la normativa que asegure y facilite los procesos técnicos y administrativos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción.
- c) Asesorar y proponer al ente rector la normativa que asegure y facilite los procesos técnicos y administrativos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción.

2.3.6. Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres.

Es un organismo público ejecutor que conforma el Sistema Nacional de Gestión del riesgo de desastres (SINAGERD), el CENEPRED es responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la política nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como reconstrucción. (Estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres- CENEPRED, 2017)

2.3.6.1. Misión.

Su misión es proponer una normativa, desarrollar capacidades, brindar asistencia técnica e información en gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres a los miembros que conforman el SINAGERD (Sistema Nacional de gestión de riesgo de desastres), de manera oportuna y confiable, para reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante el riesgo de desastres. (Estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres- CENEPRED, 2017)

2.3.6.2. Funciones.

Entre sus funciones se tienen:

- a) Garantizar la formulación e implementación de planes de política nacional y de gestión de riesgos, cuando ocurre un desastre natural u ocasionado por el hombre.
- b) Realizar la supervisión y seguimiento de los procedimientos de preparación, respuesta y rehabilitación nacional, en casos de desastres o emergencias.
- c) Servir como representante del SINAGERD (Sistema nacional de gestión del riesgo de Desastres) en eventos nacionales e internacionales, relacionados a los protocolos en situaciones de desastres.

2.4. Definición de términos básicos

Vulnerabilidad. Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. (CENEPRED,2014).

Peligro. Fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana, con alta probabilidad de ocurrir y de desencadenar un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno de tipo social, económico y ambiental debido al nivel de deterioro acumulado en el tiempo y que las condiciones de éstas no cambian. (CENEPRED, 2014)

Evaluación de Riesgos. Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos. (CENEPRED,2014).

Riesgo. Es la combinación de la probabilidad y severidad reflejados en la posibilidad de que un peligro cause pérdida, daño o deterioro a la salud de las personas, equipos, a los procesos y/o el ambiente de trabajo. (Castillo, 2015)

INDECI. Es el organismo central, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil, encargado de la organización de la población, coordinación, planeamiento y control de las actividades de Defensa Civil, sus objetivos son evitar o mitigar la pérdida de vidas, bienes, materiales y el deterioro del medio ambiente, que como consecuencia de la manifestación de los peligros naturales y/o tecnológicos en cualquier ámbito del territorio nacional. (INDECI, 2018)

CENEPRED. El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de desastres, es un organismo público ejecutor que conforma el SINAGERD, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción. (CENEPRED,2014).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General.

El caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, presenta un índice de vulnerabilidad total de tipo “alto”, y se clasifica de “riesgo tipo medio”, ante la ocurrencia de fenómenos de inundación.

3.2. Variables

3.2.1. Variable Principal

Riesgo

3.2.2. Sub- variables.

Vulnerabilidad

Peligro

3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis

Título : Índice de Vulnerabilidad Total y Nivel de Riesgo a Inundación del río San Lucas, sector Bella Unión, Cajamarca, 2018.					
Hipótesis	Definición Conceptual de las variables	Variables	Dimensiones/ Factores	Indicadores/ Cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
-El Caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, presenta un índice de vulnerabilidad total de tipo “alto”, ante la ocurrencia de fenómenos de inundación. -El Caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, se clasifica de riesgo “medio”, ante la ocurrencia de fenómenos de inundación.	Es la situación de incapacidad para resistir y recuperarse de los efectos adversos de una amenaza o peligro	Sub- variables Vulnerabilidad	-Vulnerabilidad ambiental -Vulnerabilidad física -Vulnerabilidad económica -Vulnerabilidad social -Vulnerabilidad cultural -Vulnerabilidad política -Vulnerabilidad científica.	-Grado de deterioro ambiental -Áreas naturales protegidas -Viviendas sin servicios -Estado situacional de viviendas -PEA. -Densidad de población -superficie rehabilitada -Población analfabeta.	Mapas de vulnerabilidad, registros históricos, fotografías, hojas de registro de datos.
	Es un evento que posee determinada intensidad, localización y duración; además de su capacidad de producir daños	Peligro	Inundación: -Intensidad de lluvias -Pendientes del terreno -Topografía del terreno -Cercanía a corrientes de agua -Registro de máximas precipitaciones - Pendiente del cauce - Movimientos en masa	-Intensidades máximas de lluvia (mm/hr). -Número de viviendas afectadas tras crecidas del río (#) -Caudales máximos de río (m3/s) - Índice máximo de erosión pluvial - Área total de terrenos afectados (ha)	Mapas de peligrosidad, registros históricos, informes Indeci, Senamhi, Ingemmet, Autoridad nacional del agua, cuestionarios, entrevistas
	Es la medida de probabilidad en la que un suceso de peligro pueda tomar efecto en un lugar determinado y generar daños.	Variable Principal Riesgo	- Riesgos del tipo físicos. - Riesgos del tipo locativos.	-Riesgos generados por Temperaturas, lluvias permanentes, medioambiente, etc. -Riesgos generados por ubicación de construcciones y viviendas.	Mapas de zonas de riesgo. Informes de Sigrid, Indeci, mapas de uso de tierras, registros históricos, entrevistas, estudios anteriores.

Cuadro 2: Operacionalización de los componentes de las hipótesis

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en el caserío Bella Unión, de la ciudad de Cajamarca, ubicado a un lado de la carretera de Cajamarca hacia Baños del Inca. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 07°09'17" de latitud sur y los meridianos 78°29'14.7" de longitud oeste, y con coordenadas UTM; E 778086.810, N 9207320.290.

Ubicación.

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca

Lugar: Caserío Bella Unión, entre puente la Huanga y cruce del río Mashcón.

Río en estudio: Río san Lucas- Cajamarca

Datos del caserío.

Latitud sur: 07°09' 17.3" S

Longitud sur: 78°29' 14.7" W

Altitud: 2670 msnm

Clasificación: Rural

Longitud del cauce en estudio: 435 metros

Nº viviendas en estudio: 50 viviendas

Nº viviendas totales del caserío: 216 viviendas

Coordenadas UTM.

Norte: 9207320.290 N

Este: 778086.810 E

Zona: 17 M

Datum: WGS 84

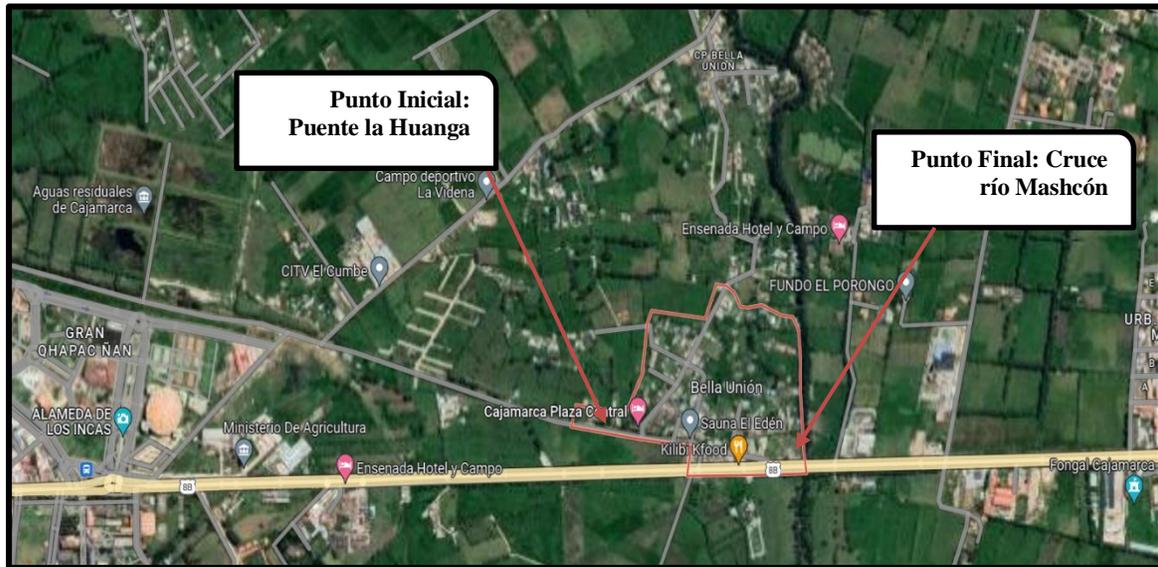


Figura 2: Imagen satelital de la Ubicación del Proyecto en Estudio
Fuente: Google Earth

4.2. Diseño de la Investigación

La investigación se realizó siguiendo el procedimiento mostrado en capítulos anteriores para el cálculo del índice de vulnerabilidad, peligrosidad y nivel de riesgo según el procedimiento brindado por la metodología del Instituto Nacional de Defensa Civil- INDECI y el Centro Nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres- CENEPRED respectivamente, la muestra seleccionada fue a un total de 50 viviendas; teniendo en cuenta como criterio de inclusión a aquellas viviendas ubicadas entre el puente la Huanga y el cruce del río Mashcón; que se encuentran más cercanas al cauce del eje del río San Lucas y presentan antecedentes históricos de afectación; mientras que entre los criterios de exclusión se tuvo en cuenta a aquellas viviendas cuyos propietarios no se encontraron presentes o dispuestos a entregar información para la realización del estudio

Para el cálculo de los índices y valoración de riesgo, se tuvo el siguiente orden, en primer lugar la recolección de datos de las visitas a campo realizadas, luego se desarrolló el tratamiento estadístico de datos de precipitaciones obtenidas para el sector, aplicando los modelos de distribución estadística y estimación de caudales, finalmente se emplea la metodología según el Instituto Nacional de defensa civil, y la valoración de Saaty para las dimensiones social, económica y ambiental con sus descriptores en la metodología según Cenepred, finalmente se determina el nivel de riesgo a inundación encontrado para la zona en estudio.

4.2.1. Recolección de datos.

Se realiza inspecciones continuas al caserío Bella Unión, de manera transversal y en varios momentos del estudio, dichas inspecciones involucran llenado de formatos de recolección de datos, encuestas y fichas valorativas respecto del estado situacional existente del caserío, evaluación de las condiciones de vida y medios y estado situacional existente en el caserío ante fenómenos de inundación presente.

4.2.2. Tratamiento estadístico de datos.

La hidrología está ligada al estudio de fenómenos naturales, de manera que los métodos que emplea no puedan ser rígidos, quedando algunas decisiones a criterio, pero para el análisis de algunos fenómenos, hace uso de métodos estadísticos de apoyo que puedan predecir ciertos eventos.

Para el presente estudio se realiza un análisis estadístico de datos hidrológicos para el periodo de 30 años (periodo 1989-2018) a partir de datos obtenidos de la base de precipitaciones para la estación Augusto Weberbauer, según el Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Servicio Nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI).

En muchas oportunidades los registros obtenidos, no cuentan con la extensión suficiente o son inconsistentes, por esta razón, es primordial la consistencia, extensión, representatividad y calidad de éstos, ajustándose mejor a ciertos modelos estadísticos.

4.2.2.1. Modelos de distribución estadística.

Una distribución de probabilidades es una función que representa la probabilidad de ocurrencia de una serie pluviográfica, el análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, caudales e intensidades para diferentes tiempos de retorno. Se realiza entonces, la distribución estadística de las precipitaciones usando las siguientes distribuciones: Distribución Normal, Distribución Log Normal 2 parámetros, Distribución Log Normal 3 parámetros, Distribución Log Gumbel.

4.2.2.1.1. Distribución Normal.

La función densidad de probabilidad normal, es un modelo capaz de aproximar el valor de la variable aleatorio a una situación idea, y se define con la expresión:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-u}{s}\right)^2} \dots\dots (28)$$

Dónde:

f(x)= función densidad normal de la variable x

u = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x.

x= variable Independiente

s= parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

4.2.2.1.2. Distribución Log-Normal 2 parámetros.

La función distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{X}^2)}{2S^2}\right)} dx \dots\dots (29)$$

Dónde:

\bar{X} y S son los parámetros de distribución.

Si es que la variable x de la distribución normal se reemplaza por una función y=f(x), tal que y=log(x), la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades llamadas Log Normal, N (Y, Sy). Los valores originales de la variable aleatoria x, deben ser transformados a la expresión y = log x, de tal manera que la expresión 2 resultaría de la siguiente manera:

$$Y = \sum_{i=1}^n \frac{\log x_i}{n} \dots\dots (30)$$

Donde \bar{Y} es la medida de los datos de la muestra transformada, lo cual se expresaría con la siguiente expresión.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \dots\dots (31)$$

Donde S_y toma el valor de la desviación estándar de los datos de la muestra transformada. De la misma manera; se tienen las siguientes ecuaciones:

$$\dots\dots (32)$$

$$C = a / s^3 v$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3 \dots\dots (33)$$

Donde C_s es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada (Monsalve 1995).

4.2.2.1.3. Distribución Log-Normal 3 parámetros

La función densidad de X se expresa con la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)u_y}{S_y}\right)^2} \dots\dots (34)$$

Para $x > x_0$

Dónde:

X_0 : Parámetro de posición

U_y : parámetro de escala o media

S_y^2 : parámetro de forma o varianza

4.2.2.1.4. Distribución Log - Gumbel

La Variable aleatoria reducida Log Gumbel, se define con la siguiente expresión:

$$y = \frac{\ln x - u}{a} \dots\dots(35)$$

Donde:

$$a = \frac{S}{S_n}, u = \bar{x} - a * y_n \dots\dots(36)$$

Con lo cual, la función acumulada reducida Log Gumbel es definida con la siguiente expresión:

$$G(y) = 1 - e^{-e^y} \rightarrow G(y) = \frac{1}{T_r} \dots\dots(37)$$

De la ecuación anterior se tiene:

$$y = \ln (- \ln -Gy)) \dots(38)$$

4.2.2.2. Prueba de bondad de ajuste.

La bondad de ajuste de un modelo estadístico, describe lo bien que se ajusta un conjunto de observaciones, las medidas de bondad en general resumen la discrepancia entre los valores observados y los valores esperados en el modelo de estudio, las pruebas de bondad de ajuste más conocidas son la χ^2 y la de Kolmogorov-smirnov por tratarse de un estudio especialmente hidrológico.

4.2.2.2.1. Prueba Kolmogorov- Smirnov.

La prueba Kolmogorov- Smirnov es una prueba no paramétrica que determina la bondad de ajuste de distribuciones de probabilidad entre sí; asimismo permite elegir la más

representativa, es decir la distribución que más se ajusta a los datos. Consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución.

$$D = Fo(x_m) - F(x_m) \quad \dots\dots\dots (39)$$

$$Fo(x_m) = m/(n + 1) \quad \dots\dots\dots (40)$$

Donde m es el número de orden de datos xm en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos (Aparicio 1992); finalmente tras aplicar la prueba de bondad de ajuste, la distribución estadística que más se ajusta a la serie de datos es la Distribución Gumbel, se determinan entonces las precipitaciones máximas para cada tiempo de retorno con Gumbel.

Tabla 31: Precipitaciones máximas en 24 horas, para cada Tr

Tiempo de retorno	Y= -LN (-LN (1/TR))	X = u+(Y*a)
2	0.367	26.28
3	0.903	28.99
5	1.500	32.02
10	2.250	35.81
25	3.199	40.61
50	3.902	44.17
100	4.600	47.71
200	5.296	51.23

Aplicando la distribución Gumbel, se representa las precipitaciones máximas para cada tiempo de retorno (Tr) respectivamente:

Donde:

Xmedio = 27.137 mm

Desviación estándar Sx = 5.631

Número de elementos = 30

Yn = 0.536

Sn = 1.112

a= Sx/ Sn= 5.062

u = X- yn*a = 24.422

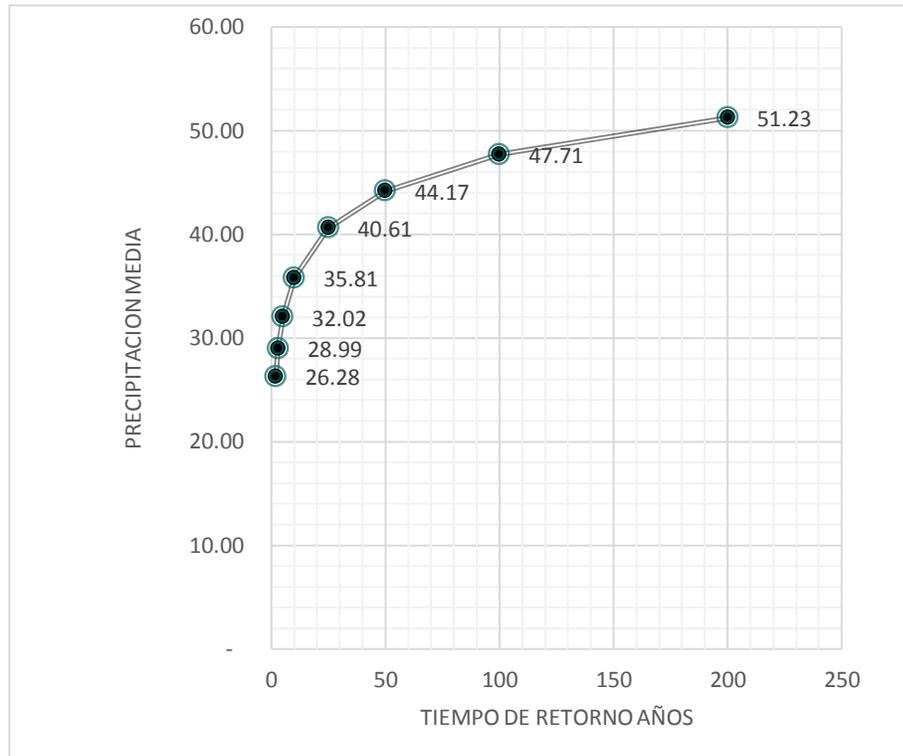


Figura 3: Precipitaciones para diferentes Tr con distribución Gumbel

Fuente: Elaboración propia

Las precipitaciones máximas en 24 horas para cada tiempo de retorno (Tr), se analizan utilizando la lluvia de 60 minutos de duración y 10 años de periodo de retorno, usando el modelo de Frederich Bell y con factor P_{60}^{10} igual a 10,60,

Tabla 32: Lluvias máximas, 60 minutos

LLUVIAS MÁXIMAS (MM)							
T	P.MAX	DURACIÓN EN MINUTOS					
		24 hrs.	5	10	15	20	30	60
200	51.23	5.3	7.9	9.7	11.1	13.2	17.3
100	47.71	4.8	7.2	8.8	10.1	12.0	15.8
50	44.17	4.4	6.5	8.0	9.1	10.8	14.2
25	40.61	3.9	5.8	7.1	8.1	9.7	12.7
10	35.81	3.3	4.9	6.0	6.8	8.1	10.6
5	32.02	2.8	4.2	5.1	5.8	6.9	9.1
3	28.99	2.4	3.7	4.5	5.1	6.1	8.0
2	26.28	2.2	3.2	4.0	4.5	5.4	7.1

Tabla 33: Intensidades máximas en (mm/hora) para tiempo de retorno

Intensidades máximas (mm/hora)							
T	P.max		Duración en minutos				
	años	24 hrs.	5	10	15	20	30	60
200	51.23	63.7	47.7	38.9	33.3	26.4	17.3
100	47.71	58.0	43.4	35.4	30.3	24.0	15.8
50	44.17	52.3	39.2	31.9	27.3	21.7	14.2
25	40.61	46.7	34.9	28.5	24.4	19.3	12.7
10	35.81	39.2	29.3	23.9	20.4	16.2	10.6
5	32.02	33.5	25.1	20.4	17.5	13.9	9.1
3	28.99	29.3	21.9	17.9	15.3	12.1	8.0
2	26.28	26.0	19.4	15.8	13.6	10.8	7.1

4.2.2.2.2. *Curvas – Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)*

Las curvas Intensidad- Duración- Frecuencia (IDF), son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno (Témez, 1978).

Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas, uno de ellos es modelo de Frederick Bell que permite calcular la lluvia máxima en función del periodo de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años, la expresión es la siguiente:

$$P_i^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10} \dots\dots\dots (41)$$

Dónde:

u = Duración en minutos.

T = Periodo de retorno de años.

P_i^T = Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno en T años.

P_{60}^{10} = Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno en 10 años.

Las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia se calculan mediante relación exponencial integradora de las variables, usando los valores de la Tabla N° 63; para

luego realizar análisis de regresión con cada tiempo de retorno y la duración de las intensidades máximas.

Del análisis de regresión realizado se obtuvieron los siguientes factores, que serán de utilidad para la obtención de las curvas IDF:

$$I = \frac{K x T^m}{t^n} \dots\dots\dots (42)$$

Donde:

K = 59.05

m= 0.193

n = 0.526

4.2.2.3. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de una cuenca, se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca aporten agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe y punto de cierre; está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

El tiempo de concentración de la cuenca es muy importante porque en los modelos lluvia-escorrentía, la duración de la lluvia se asume igual al tiempo de concentración de la cuenca, puesto que es para esta duración cuando la totalidad de la cuenca está aportando al proceso de escorrentía, por lo cual se espera que se presenten los caudales máximos. Se emplean las siguientes fórmulas para su determinación (K.Linslet, 1978).

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,000325 * \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots\dots\dots (43)$$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del curso principal en metros

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m

Fórmula de Temes:

$$T_c = 0,30 \frac{L^{0,76}}{S^{0,19}} \dots\dots\dots (43)$$

Dónde:

- T_c = Tiempo de concentración en horas.
- L = Longitud del curso principal en kilómetros.
- S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Fórmula de Bransby Williams:

$$T_c = 0,2433 \frac{L}{A^{0,1} S^{0,2}} \dots\dots\dots (44)$$

Dónde:

- T_c = Tiempo de concentración en horas.
- L = Longitud del curso principal en kilómetros.
- A = Área de cuenca en Km².
- S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Se utiliza los datos extraídos del estudio de la cuenca: cota máxima = 3410m, cota mínima = 2665m, longitud del cauce = 11298,25m, Área = 46,72 km². Pendiente 6.,60%, para así aplicar la ecuación de Bransby Williams y determinar el tiempo de concentración, para nuestra cuenca en estudio se obtiene **T_c (tiempo de concentración) = 193.40 minutos.**

Usando el tiempo de concentración antes calculado y la Figura obtenida de Curvas IDF, se encuentran intensidades para cada tiempo de retorno.

Tabla 34: Intensidades máximas en mm/hr para t = 193.40 minutos

Duración t(min)	Periodo de retorno (T) en años							
	2	3	5	10	20	50	100	200
193.40	4.22	4.57	5.04	5.76	6.59	7.86	8.99	10.28

4.2.2.4. Estimación de caudales

Se realiza un análisis estadístico utilizando los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un caudal “Q” cuando ocurre la lluvia, la cuenca se humedece de manera progresiva, infiltrándose una parte en el subsuelo y luego de un tiempo, el flujo se convierte en flujo superficial. A continuación, se tiene el método racional de determinación de caudales (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje- MTC, 2012)

4.2.2.4.1. Método Racional.

Lloyd- George (1906), estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coeficiente de escorrentía); estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, considerar que la duración de P es igual a t_c , la descarga máxima de diseño, siguiendo esta metodología, se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$Q = 0,278 CIA \dots\dots\dots (45)$$

Dónde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²).

Finalmente, para encontrar el caudal se usa $Q=0.278 C.I. A$, el coeficiente de escorrentía es de $C = 0.5$ de acuerdo a la pendiente y cobertura vegetal (pastos, vegetación ligera), y el tipo de suelo – semipermeable, Los datos obtenidos para las cotas máximas y mínimas, pendiente, área de cuenca, entre otros se obtienen utilizando el Software ArcGis 10.7, y el análisis se realiza teniendo en cuenta la cantidad de agua que es capaz de absorberse desde el punto más alto de la subcuenca del San Lucas, hasta la cota mínima ubicada en el puente la Huanga.

Tabla 35: Caudales obtenidos para diferentes tiempos de retorno

Tr (años).	A (Km2)	C	Tc(min)	Intensidad (mm/hr)	Q= 0.278 C.I.A
2	46.72	0.50	193.40	4.22	27.41
3	46.72	0.50	193.40	4.57	29.68
5	46.72	0.50	193.40	5.04	32.73
10	46.72	0.50	193.40	5.76	37.41
20	46.72	0.50	193.40	6.59	42.80
50	46.72	0.50	193.40	7.86	51.04
100	46.72	0.50	193.40	8.99	58.38

4.2.3. Cálculo del índice de vulnerabilidad y nivel de riesgo.

Con la información recopilada de las hojas de registro y evaluación, se realiza el cálculo del índice de vulnerabilidad y nivel de riesgo a inundación, siguiendo los lineamientos y procedimiento brindados por la metodología según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y según el Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED).

4.2.3.1. Metodología según el Instituto Nacional de Defensa Civil

La estimación del riesgo permite adoptar medidas preventivas y de mitigación-reducción de desastres, a partir de la identificación de los peligros y origen natural o inducidos por actividades del hombre y del análisis de la vulnerabilidad. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

El valor de la vulnerabilidad total VT, será uno de los valores que conjuntamente con el nivel o porcentaje del peligro permitirá determinar el nivel del riesgo, cabe indicar que la experiencia y el conocimiento del profesional sobre la zona, determinará los tipos de vulnerabilidad a analizar; de acuerdo a su importancia. (Manual básico de estimación del riesgo - INDECI,2011)

4.2.3.1.1. Índice de vulnerabilidad

Se determina el valor de cada tipo de vulnerabilidad asociada al peligro de inundación, finalmente se calcula el índice de vulnerabilidad total, el mismo que es el promedio de cada una de las vulnerabilidades estudiadas.

Cada uno de los índices de vulnerabilidad calculados para obtener el índice de vulnerabilidad total (índice de vulnerabilidad física, económica, ambiental, social, cultural, institucional y científica), se determina calculando el promedio correspondiente a cada puntaje de las variables para cada vulnerabilidad, los valores de las variables se generan a partir de las encuestas y fichas de recolección de datos llenadas por los pobladores del caserío Bella Unión y tomadas en campo. Se muestra entonces, el resumen de cada variable y el valor promedio por vulnerabilidad.

Tabla 36: Determinación del índice de vulnerabilidad física

Variable	Nivel de Vulnerabilidad (%)
Material de construcción utilizado en viviendas	50.00
Localización de viviendas	90.00
Cumplimiento de normativa técnica respecto a procesos constructivos	80.00
Promedio (Nivel de Vulnerabilidad Física)	73.33

Tabla 37: Determinación del índice de vulnerabilidad científica y tecnológica

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Descripción
Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales	85.00	No existen trabajos de investigación sobre desastres
Existencia de Instrumentos de Medición (sensores) de fenómenos completos	90.00	No existen instrumentos de medición de fenómenos
Conocimiento sobre la existencia de estudios	70.00	No existe conocimiento sobre la existencia de estudios.
Promedio (Nivel de Vulnerabilidad Científica)	81.60	-

Tabla 38: Determinación del índice de vulnerabilidad económica

Variable	Nivel de Vulnerabilidad (%)
Actividad Económica	65,0
Acceso al mercado laboral	75,0
Nivel de Ingresos	85,0
Situación de Pobreza	65,0
Promedio (Índice de vulnerabilidad económica)	72,50

Tabla 39: Determinación del índice de vulnerabilidad social

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Descripción
Nivel de organización	50.00	Población organizada
Participación de la población en trabajos comunales	75.00	Participación de la mayoría
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales	75.00	Presentó débil relación
Tipo de integración entre las organizaciones e instituciones locales	80.00	La población presentó integración parcial

Tabla 40: Determinación del índice de vulnerabilidad cultural o ideológica

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	80.00
Percepción de la población sobre los desastres	70.00
Actitud frente a la ocurrencia de desastres	80.00
Promedio (Nivel de Vulnerabilidad Cultural)	76.66

Tabla 41: Determinación del índice de vulnerabilidad política e institucional

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)
Autonomía local	75.00
Liderazgo político	76.00
Participación ciudadana	75.00
Coordinación. de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC	95.00
Promedio (Nivel de vulnerabilidad cultura)	80.25

Tabla 42: Determinación del índice de vulnerabilidad científica y tecnológica

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Descripción
Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales	85.00	No existen trabajos de investigación sobre desastres
Existencia de Instrumentos de Medición (sensores) de fenómenos completos	90.00	No existen instrumentos de medición de fenómenos
Conocimiento sobre la existencia de estudios	70.00	No existe conocimiento sobre la existencia de estudios.
Promedio (Nivel de Vulnerabilidad Científica)	81.60	-

Índice de Vulnerabilidad Total. Tras determinar el valor de cada tipo de vulnerabilidad asociada al peligro de inundación, se procede a calcular el índice de vulnerabilidad total, el mismo que es el promedio de cada una de las vulnerabilidades estudiadas. El nivel de Vulnerabilidad en que se encuentra la población en estudio para el Sector Bella Unión es Muy Alta con porcentaje 75.62%, y se representa por el valor promedio de cada una de los valores de las vulnerabilidades en estudio.

4.2.3.1.2. Nivel de peligrosidad

Para determinar el nivel de peligrosidad debe de calcularse los niveles de intensidad y frecuencia a fenómenos de inundación, respectivamente, según el procedimiento del Instituto Nacional de Defensa Civil.

a) Nivel de Intensidad

Para la determinación del peligro a inundación, se utiliza el software Hec- RasV.5.0.7, en el cual se realiza la modelación hidráulica para un caudal de 58.38 m³/s y Tr= 100 años, (ver Tabla 35 de caudales obtenidos). De los datos ingresados al programa se obtiene una altura de agua (en inundaciones estáticas) de 1.30 m. que corresponde a la sección inicial (parte plana del sector en estudio), como se muestra en la Fig. 32; luego con dicha altura ingresamos a la Tabla 1 de niveles de intensidad y a la Tabla 2 para clasificar rangos de intensidad.

Tabla 43: Determinación del nivel de Intensidad

Descripción del área de estudio	Rango	Rango estimado	Nivel
Profundidad de inundación(H)	0.50< H < 1.50m	1.30 m	Alto
Rango de Intensidad	0.50< Ni <0.75	0.75	<u>Alto</u>

b) Frecuencia de ocurrencia

Se toma como base, el análisis estadístico de los datos pluviométricos antes mostrado, en este análisis estadístico se obtiene que la distribución Gumbel es la que más se ajusta a los datos (prueba de bondad de ajuste, ver Tabla 61), entonces la máxima probabilidad de ocurrencia en función al periodo de Retorno (T_r) para dicha distribución es , $T_r = 17,63$ años(Tabla N°79), con dicho valor entramos a la tabla 3, 4, y se determina la frecuencia de inundación; la frecuencia de ocurrencia nos describe el tiempo en el cual se podría dar una inundación, y la cual se encuentra en función del periodo de retorno.

Tabla 44: Determinación del nivel de Frecuencia

Descripción del área de estudio	Rango	Rango estimado	Nivel
Tiempo de retorno (T en años)	5 años < T < 15 años	17.63 años	Medio
Rango de Frecuencia a inundación	0.25 < F < 0.50	0.50	<u>Medio</u>

Se tiene que el nivel de Intensidad es Alto, mientras que el nivel de Frecuencia de ocurrencia es Medio, el nivel de peligro a Inundación se determina en función de ambos parámetros, con dichos niveles se ingresa a la matriz de doble entrada Tabla 5. Matriz de peligro.

Tabla 45: Determinación del nivel de Peligro

Descripción del área de estudio	Rango	Rango estimado	Nivel
Nivel de Intensidad	0.50 – 0.75	0.75	Alta
Frecuencia de ocurrencia	0.25 – 0.50	0.50	Media
Nivel de peligro a inundación			<u>Peligro Tipo medio</u>

Nivel de Peligro: Medio 50 %.

4.2.3.1.3. Nivel de riesgo

Se determina el nivel de riesgo utilizando el método descriptivo, el cual se basa en el uso de la matriz de doble entrada, “matriz de Peligro- vulnerabilidad”; para tal efecto anteriormente se determinó los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro de inundación (peligro Medio: 50.00%) y del análisis de vulnerabilidad (vulnerabilidad muy alta: 75.62%), finalmente se ingresa a la Tabla 16.

Tabla 46: Determinación del nivel de Riesgo

Indicador	Rango	Tipo de Riesgo
Nivel de Peligro	Medio (50.00 %)	RIESGO DEL TIPO ALTO
Nivel de Vulnerabilidad	Muy alta (75.62%)	

Finalmente, el nivel de riesgo encontrado es de tipo alto, se le asigna el máximo porcentaje de 75.00 % ante la presencia de fenómenos del tipo inundación.

4.2.3.2. Metodología según el centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres- Cenepred

4.2.3.2.1. Índice de vulnerabilidad

Para determinar el índice de vulnerabilidad total usando la metodología del Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED), es necesario calcular los **vectores de priorización** por cada descriptor y parámetro de las dimensiones social, económica y ambiental respectivamente; mientras que, para obtener los pesos ponderados se sigue el procedimiento de Análisis jerárquico visto anteriormente y el ensamblado de matrices utilizando el método multicriterio para cálculo de vectores, cada valoración de pesos ponderados se debe realizar el análisis usando la matriz de Saaty.

El armado de las parejas en las matrices y su valoración es siguiendo el mismo orden mostrado en la tabla siguiente de descriptores y parámetros, por lo tanto, cada descriptor y parámetro ocupa su lugar en la valoración final,

Se tendrá en cuenta la siguiente codificación: exposición social, económica y ambiental (E.S, EE, EA); fragilidad social, económica y ambiental (FS, FE, FA); resiliencia social, económica y ambiental (RS, RE, EA). La Tabla N°46, muestra los descriptores y parámetros utilizados según el Manual Cenepred 2014 en el orden indicado.

Tabla 47: Descriptores y parámetros para las dimensiones social, económica y ambiental

Parámetro	Descriptor	Dimensión
Grupo etareo	De 0-5 años y mayor de 65 años	E.S
	De 5-12 años y de 60-65 años	E.S
	De 12-15 años y de 50-60 años	E.S
	De 15-30 años	E.S
	De 30-50 años	E.S
Servicios educativos expuestos	>75% del servicio educativo expuesto	E.S
	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	E.S
	≤ 50% y >25 % del servicio educativo expuesto	E.S
	≤25% y >10% del servicio expuesto	E.S
	≤ 10% del servicio educativo expuesto	E.S
Servicios de salud terciarios	>60% del servicio de salud terciario expuesto	E.S
	≤ 60% y >35 % del servicio de salud terciario expuesto	E.S
	≤ 35% y >20 % del servicio de salud terciario expuesto	E.S
	≤ 20% y >10 % del servicio de salud terciario expuesto	E.S
	≤ 10% del servicio de salud terciario expuesto	E.S
Abastecimiento de agua	Red pública	F.S
	Camión cisterna u otro similar	F.S
	Pilón de uso público	F.S
	Río, acequia, manantial o similar	F.S
	No tiene	F.S
Servicios higiénicos	Red pública de desagüe	F.S
	Letrina	F.S
	Pozo ciego o negro	F.S
	Río, acequia, manantial o similar	F.S
	No tiene	F.S
Tipo de alumbrado	Electricidad	F.S
	Kerosene, mechero, lamparín	F.S
	Petróleo, gas, lámpara	F.S
	Vela u otro	F.S
	No tiene	F.S
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	Siempre ocurre (todos los años)	R.S

	Continuamente ocurre (1 a 3 años)	R.S
	Regularmente ocurre (4 a 9 años)	R.S
	Pasó alguna vez (mayor a 10 años)	R.S
	Nunca ha pasado	R.S
Capacitación en temas de riesgo de desastres	Una vez al año	R.S
	Cada 02 años	R.S
	Cada 03 años	R.S
	Cada 05 años	R.S
	Nunca	R.S
Parámetro	Descriptor	Dimensión
Beneficiarios de programas sociales	Cuna más y Qaliwarma	R.S
	Juntos y/o pensión 65	R.S
	Vaso de leche	R.S
	Beca 18	R.S
	Ninguno	R.S
Servicio de agua potable y saneamiento	>75% del servicio de agua potable expuesto	E.E
	≤ 75% y > 50% del servicio de agua potable expuesto	E.E
	≤ 50% y >25 % del servicio de agua potable expuesto	E.E
	≤25% y >10% del servicio de agua potable expuesto	E.E
	≤ 10% del servicio de agua potable expuesto	E.E
Área agrícola	>75 % del área agrícola expuesta	E.E
	≤ 75% y >50 % del área agrícola expuesta	E.E
	≤ 50% y >25 % del área agrícola expuesta	E.E
	≤ 25% y >10 % del área agrícola expuesta	E.E
	≤ 10% del área agrícola expuesta	E.E
Servicio de telecomunicaciones	>75 % del servicio de telecomunicaciones expuesto	E.E
	≤ 75% y >50 % del servicio de telecomunicaciones expuesto	E.E
	≤ 50% y >25 % del servicio de telecomunicaciones expuesto	E.E
	≤ 25% y >10 % del servicio de telecomunicaciones expuesto	E.E
	≤ 10% del servicio expuesto	E.E
Material predominante en paredes	Ladrillo o bloque de cemento	F.E
	Adobe	F.E
	Tapial	F.E
	Piedra con mortero de barro	F.E
	Quincha- caña de barro	F.E
Material predominante - techo	Losa de concreto	F.E
	Calamina, teja, plancha de polipropileno	F.E
	Madera	F.E

	Plástico, caña con barro, estera u otro	F.E
	Paja o similares	
Estado de conservación	Muy bueno	F.E
	Bueno	F.E
	Regular	F.E
	Malo	F.E
	Muy malo	F.E
Ingreso promedio familiar	Mayor a 2860 soles	R.E
	De 2201 a 2860 soles	R.E
	De 1501 a 2200 soles	R.E
	De 850 a 1500 soles	R.E
	Menor del sueldo mínimo	R.E
Parámetro	Descriptor	Dimensión
Actividad principal del jefe del hogar	Agricultura, ganadería y pesca	R.E
	Comercio al por mayor y menor	R.E
	Empresas de servicios	R.E
	Hospedajes y restaurantes	R.E
	Otros	R.E
Ocupación del jefe de hogar	Empleador	R.E
	Trabajador independiente	R.E
	Empleado	R.E
	Obrero	R.E
	Trabajador familiar no remunerado	R.E
Deforestación	Bosques, tierras con cubiertas mayores al 10 %	E.A
	Otras tierras con árboles con más de 0.5 Ha	E.A
	Pastos, tierras dedicadas al cultivo	E.A
	Áreas de cultivo, tierras para cultivo	E.A
	Áreas sin vegetación, terrenos eriazos	E.A
Pérdida de suelo	Erosión provocada por lluvias, pendientes pronunciadas	E.A
	Deforestación agravada, mal uso de suelos, sobrepastoreo	E.A
	Protección inadecuada en márgenes	E.A
	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona pérdida de un campo y longitud	E.A
	Factor cultivo y contenido que ocasiona pérdidas por desertificación	E.A
Pérdida de agua	Agricultura, demanda agrícola y pérdida de aguas	E.A
	Prácticas de consumo poblacional, fugas en redes	E.A
	Prácticas de uso del cauce y márgenes en graves problemas	E.A
	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales	E.A
	Consumo industrial y minero, pérdidas por fugas y otros	E.A

Localización de centros poblados	Muy cercano < 1Km	F.A
	Cercana 1-5 Km	F.A
	Medianamente cerca 5-10 Km	F.A
	Alejada 10-12 Km	F.A
	Muy alejada > 12 Km	F.A
Explotación de recursos naturales	Prácticas de consumo, uso del cauce con asesoramiento técnico capacitado.	F.A
	Prácticas de conservación, uso del cauce con nulo asesoramiento	F.A
	Prácticas negligentes periódicas o estacionales	F.A
	Prácticas negligentes de degradación y deterioro continuo	F.A
	Prácticas de degradación, deterioro grave de recursos	F.A
Parámetro	Descriptor	Dimensión
Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental	Autoridades y población conocen la normatividad y la cumplen totalmente	R.A
	Las autoridades y población conocen la normatividad, y la cumplen	R.A
	Las autoridades y población desconocen la normatividad, y la cumplen parcialmente	R.A
	Solo autoridades conocen la normatividad y no la cumplen	R.A
	Desconocimiento de la normatividad	R.A
Capacitación en temas de conservación ambiental	La población se capacita constantemente, difusión y cobertura total	R.A
	La población se capacita constantemente, difusión mayoritaria	R.A
	La población se capacita con frecuencia, difusión parcial	R.A
	La población se encuentra escasamente capacitada, difusión escasa	R.A
	La totalidad de la población no recibe capacitaciones	R.A
Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de recursos naturales	La Población en su totalidad posee y aplica conocimientos para explotar recursos	R.A
	La población mayoritariamente posee y aplica conocimientos para explotar recursos	R.A
	Parte de la población posee y aplica conocimientos para explotar recursos	R.A
	Algunos pobladores poseen y aplican conocimientos para explotar recursos	R.A

La población total ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar recursos	R.A
--	-----

Se obtiene entonces las tablas de puntuación para las dimensiones social, económica y ambiental, tras determinar los vectores de priorización y pesos ponderados para cada parámetro – descriptor; cada peso ponderado que sea necesario determinar se realizará mediante el procedimiento de análisis jerárquico y teniendo en cuenta la Matriz de Saaty.

El valor final calculado del índice de vulnerabilidad total, es el promedio de los valores obtenidos para cada dimensión (social, económica, ambiental) y en los indicadores exposición, fragilidad y resiliencia respectivamente.

Tabla 48: Índice de vulnerabilidad para la dimensión social

Dimensión	Parámetro	Valor del descriptor (vector de priorizac.)	Valor Representativo (A)	Peso ponderado (B)	Valor resultante (AxB)	AUTO SUMA
Exposición social	Grupo etareo	0.459	0.459	0.556	0.255	0.362
		0.259				
		0.150				
	Servicios educativos expuestos	0.458	0.263	0.354	0.093	
		0.263				
		0.178				
Servicios de salud terciarios	0.450	0.147	0.090	0.013		
	0.277					
	0.147					
Fragilidad Social	Abastecimiento de agua	0.490	0.490	0.525	0.257	0.353
		0.259				
		0.131				
	Servicios higiénicos	0.541	0.233	0.334	0.078	
		0.233				
		0.121				
Tipo de alumbrado	0.545	0.126	0.142	0.018		
	0.229					
	0.126					

Resiliencia Social	Conocimien	0.460				
	to sobre	0.251				
	ocurrencia		0.460	0.096	0.044	
	de	0.167				
	desastres					
	Capacitació	0.498				
	n en temas	0.257	0.257	0.619	0.159	0.253
	de	0.132				
	desastres					
Beneficiario	0.397					
s de	0.298	0.176	0.284	0.050		
programas						
sociales	0.176					

Tabla 49: Índice de vulnerabilidad para la dimensión económica

Dimensión	Parámetro	Valor del descriptor(vector de priorizac.)	Valor Representativo (A)	Peso ponderado(B)	Valor resultante (AxB)	AUTO SUMA
Exposición económica	Servicio de agua potable y saneamiento	0.459	0.459	0.688	0.316	0.388
		0.259				
		0.150				
	Área agrícola	0.452	0.253	0.234	0.059	
		0.253				
		0.169				
	Servicio de telecomunicaciones	0.402	0.164	0.078	0.013	
		0.294				
		0.164				
Fragilidad económica	Material predominante en paredes	0.533	0.533	0.539	0.287	0.381
		0.224				
		0.131				
	Material predominante en techos	0.490	0.251	0.297	0.075	
		0.251				
		0.164				
Estado de conservación	0.476	0.118	0.164	0.019		
	0.312					
	0.118					
Resiliencia económica	Ingreso promedio familiar	0.408	0.408	0.608	0.248	0.348
		0.286				
		0.173				
	Actividad laboral	0.413	0.304	0.272	0.083	
		0.304				
		0.163				
Ocupación principal	0.499	0.145	0.120	0.017		
	0.244					
	0.145					

Tabla 50: Índice de vulnerabilidad para la dimensión ambiental

Dimensión	Indicador de grupo o Parámetro	Valor del descriptor- vector de prioriz	Valor Representativo (A)	Peso ponderado(B)	Valor resultante(AxB)	AUTO SUMA
Exposición ambiental	Deforestación	0.432	0.432	0.074	0.032	0.202
		0.283				
		0.152				
	Pérdida de suelo	0.476	0.260	0.283	0.074	
		0.260				
		0.144				
Pérdida de agua	0.459	0.150	0.643	0.096		
	0.259					
	0.150					
Fragilidad ambiental	Localización de centros poblados	0.465	0.465	0.750	0.349	0.414
		0.264				
		0.146				
	Explotación de recursos naturales	0.503	0.260	0.250	0.065	
		0.260				
		0.134				
Resiliencia ambiental	Conocimiento de la norma ambiental	0.463	0.463	0.633	0.293	0.380
		0.262				
		0.154				
	Capacitación en temas de conservación ambiental	0.452	0.274	0.260	0.071	
		0.274				
		0.162				
Conocimiento ancestral para explotación de recursos	0.452	0.146	0.106	0.015		
	0.274					
	0.146					

Finalmente se determina que el índice de Vulnerabilidad = 0.342, dicho índice calculado utilizando la metodología CENEPRED, se pondera como “muy alto”, según la tabla de rangos de vulnerabilidad que se muestra en la Tabla N° 23.

Tabla 51: Determinación del índice de vulnerabilidad total

Dimensión	SOCIAL	ECONÓMICA	AMBIENTAL
EXPOSICIÓN	0.362	0.388	0.202
FRAGILIDAD	0.353	0.381	0.414
RESILIENCIA	0.253	0.348	0.380
PROMEDIO	0.323	0.372	0.332
VALOR FINAL VULNERABILIDAD		0.342	

4.2.3.2.2. Nivel de peligrosidad

La metodología utilizada para evaluar el peligro, al igual que para el análisis de vulnerabilidad es el procedimiento de análisis jerárquico, en consecuencia, es necesario determinar los vectores de priorización para cada descriptor y parámetro, en este caso, de los indicadores.

El armado de las parejas en las matrices y su valoración es siguiendo el orden mostrado en la Tabla 52, 53 de descriptores y parámetros utilizados según manual Cenepred 2014, por lo tanto, cada descriptor y parámetro ocupa su lugar en la valoración final.

Tabla 52: Indicadores, factores y parámetros según CENEPRED

INDICADOR	FACTORES DIMENSIONALES	PARÁMETROS
FENÓMENO	FACTORES DETERMINANTES	FRECUENCIA
	FACTORES DESENCADENANTES	PRECIPITACIÓN
SUSCEPTIBILIDAD	FACTORES CONDICIONANTES	PENDIENTE
		GEOMORFOLOGÍA
		GEOLOGÍA

Tabla 53: Descriptores y parámetros para los factores dimensionales según Cenepred

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	FACTOR DIMENSIONAL
Frecuencia	Superior a 5 eventos por año en promedio	Factor Determinante
	De 3 a 4 eventos por año en promedio	Factor Determinante
	De 2 a 3 eventos por año en promedio	Factor Determinante
	De 1 a 2 eventos por año en promedio	Factor Determinante
	De 1 o menor a 1 evento por año en promedio	Factor Determinante
Precipitación	Mayor P99 (extremadamente lluvioso)	Factor Desencadenante
	P 95-99 (muy lluvioso)	Factor Desencadenante
	P 90-95 (lluvioso)	Factor Desencadenante
	P 75-90 (moderadamente lluvioso)	Factor Desencadenante
	Inferior a P75 (lluvia usual)	Factor Desencadenante
Pendiente	Menor de 5° (ligeramente inclinado)	Factor Condicionante
	Entre 5 a 15° (moderadamente inclinado)	Factor Condicionante
	Entre 15°- 25° (fuertemente inclinado)	Factor Condicionante
	Entre 25 a 45° (moderadamente empinado)	Factor Condicionante
	Mayor a 45° (Empinado)	Factor Condicionante
Geomorfología	Unidad geomorfológica fluvial - aluvial	Factor Condicionante
	Unidad geomorfológica planicie	Factor Condicionante
	Unidad geomorfológica montañosa	Factor Condicionante
	Unidad geomorfológica colinosa	Factor Condicionante
	Unidad geomorfológica altiplanicie	Factor Condicionante
Geología	Depósitos fluviales (Qr-fl)	Factor Condicionante
	Depósitos aluviales (Qr-al)	Factor Condicionante
	Formación geológica Carhuaz - Chulec (Ki-ca)	Factor Condicionante
	Volcánico Huambos (Ts-Vh)	Factor Condicionante
	Depósitos Coluviales (Q-co)	Factor Condicionante

Se muestra la tabla resumen de valores obtenidos tras aplicar la valoración de Saaty y análisis jerárquico (determinación de vectores de priorización), según el procedimiento de la metodología CENEPRED.

Tabla 54: Índice de peligrosidad para los indicadores y factores dimensionales

Indicador	Parámetros/ Factores dimensionales	Valor de descripto r- vector de prioriz.	Valor Mayor (A)	Pesos ponderados (B)	Valor resultante(AxB)	SUMA
Fenómeno	Frecuencia	0.467	0.467	0.633	0.296	0.378
	(factor	0.256	0.256	0.260	0.067	
	determinante)	0.148	0.148	0.106	0.016	
Susceptibilidad	Pendiente	0.503	0.503	0.724	0.364	0.439
	(factor	0.260				
	condicionante)	0.134				
	Geomorfología	0.390	0.311	0.193	0.060	
	(factor	0.294				
	condicionante)	0.175				
	Geología (0.411	0.175	0.083	0.015	
	factor	0.311				
	condicionante)	0.161				
Precipitación	0.430	0.430	0.633	0.240	0.366	
(factor	0.288	0.288	0.260	0.092		
desencadenante)	0.179	0.179	0.106	0.022		

Tabla 55: Determinación del índice de peligrosidad total

Indicador	Factores dimensionales	Valor- suma	Promedio	Valor final peligrosidad
Fenómeno	Factor determinante	0.378	0.378	0.390
Susceptibilidad	Factor condicionante	0.439	0.402	
	Factor desencadenante	0.366		

El Índice de Peligrosidad: 0.390, el índice de peligrosidad calculado utilizando la metodología CENEPRED se pondera como “muy alto”, según la tabla de rangos de peligrosidad que se muestra en la Tabla N°18, según la clasificación vista en el capítulo anterior.

4.2.3.2.3. Nivel de riesgo

Se determina el nivel de riesgo utilizando el método descriptivo, el cual se basa en el uso de la matriz de doble entrada, la “Matriz de Peligro y Vulnerabilidad”, para tal efecto, se tienen los rangos de niveles de peligrosidad (Ver Tabla 18), así como de vulnerabilidad (Ver Tabla 23), con ambos porcentajes, se estiman los valores de riesgo, tal como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56: Matriz de doble entrada de riesgos usando metodología Cenepred

PMA	0,460	0,035	0,065	0,117	0,225
PA	0,268	0,021	0,038	0,068	0,131
PM	0,155	0,012	0,022	0,040	0,076
PB	0,078	0,006	0,011	0,020	0,038
		0,077	0,142	0,255	0,490
		VB	VM	VA	VMA

De los datos calculados anteriormente, se obtiene el índice de peligrosidad de 0.390 (muy alto) e índice de vulnerabilidad de 0.342 (muy alto), aplicando la ecuación básica $R = P \times V$ se obtiene el nivel de riesgo de 0.133, que lo califica como “muy alto” según la Tabla N° 24.

4.2.4. Generación de mapas hidrológicos

Se utiliza la plataforma virtual SIGRID (Sistema de información para la gestión del riesgo de desastres) de CENEPRD; ésta es una plataforma geoespacial en la web, de libre acceso diseñada para consultar, compartir, analizar y monitorear la información relacionada a los peligros, vulnerabilidades y riesgos originados por fenómenos naturales (fenómeno de inundación), así como información territorial a nivel nacional, la cual ha sido facilitada por las entidades técnico- científicas y entidades públicas del país relacionadas a la gestión de riesgos.

4.2.5. Propuesta de remediación.

Se plantean medidas de solución que sean viables frente al problema, así como un presupuesto aproximado de rehabilitación del caserío Bella Unión para el tramo comprendido desde el Puente la Huanga y la desembocadura en el río Mashcón.

4.3. Método de la Investigación

Clasificación. El presente estudio reúne las condiciones de una investigación descriptiva, pues se aborda al fenómeno y se procede a la caracterización de sus elementos, se utiliza encuestas, cuestionarios y otros de recolección de datos.

Diseño. Reúne las condiciones de una investigación no experimental, pues se da sin alterar el objeto de la investigación y consiste en la evaluación del caserío Bella Unión tal cual se encuentra en el contexto natural.

Sección. El estudio es del tipo transversal, pues se va analizar el entorno del caserío Bella Unión en varios momentos respectivamente; de la misma manera es descriptivo, pues se basa en la observación directa de los daños generados por las crecidas del río San Lucas para la zona en estudio.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

Población. Sectores de la ciudad de Cajamarca afectados por el fenómeno de inundación, tras crecidas del río y fuertes lluvias presentes.

Muestra. Sector Bella Unión, de la ciudad de Cajamarca, afectado por el fenómeno de inundación provocado por las fuertes crecidas del río San Lucas, en la zona comprendida entre el puente la Huanga y el cruce del río Mashcón

Caserío: Bella Unión

Número de viviendas: 50 viviendas

Departamento: Cajamarca

Río en estudio: San Lucas

Criterios de inclusión.

Se ha considerado las viviendas que presentan mayor riesgo ante el peligro de inundación, es decir aquellas que se encuentran más cercanas al cauce del eje del río, para el tramo comprendido entre puente “La Huanga” y desembocadura del río Mashcón.

Se ha considerado a las viviendas que presentan antecedentes históricos de afectación, ante la presencia de eventos del fenómeno de inundación, recopilados a través de la pre-selección de la muestra y toma de datos.

Criterios de exclusión.

Viviendas cuyos propietarios no estuvieron dispuestos a entregar información para la realización del estudio.

Viviendas cuyos propietarios no se encontraron presentes, y cuyos inquilinos no precisan información verídica por desconocimiento.

Unidad de análisis. Estado situacional del caserío Bella Unión ante la ocurrencia de fenómenos del tipo inundación, para el tramo comprendido entre puente “La Huanga” y desembocadura del río Mashcón.

Unidad de observación. Viviendas, construcciones existentes y pobladores afectados por el fenómeno de inundación, y ubicados a ambas márgenes del río San Lucas, para la zona comprendida entre puente “La Huanga” y desembocadura del río Mashcón.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Técnicas.

1º Recopilación de datos mediante análisis documental, se utilizan instrumentos de apoyo de recolección de datos como las fichas de recolección.

2º Observación de campo no experimental se realiza transversalmente a lo largo del estudio, se desarrolla sin manipular deliberadamente las variables y se basa fundamentalmente en la observación del fenómeno y su impacto en el caserío de Bella Unión.

3º Resumen de los datos recolectados según clasificación y metodología a aplicar (Indeci o Cenepred.)

Instrumentos.

Uso de fichas valorativas de registro de datos, hojas de valoración, encuestas, cuestionarios, guías de valoración, entre otros. A continuación, se muestra los formatos

utilizados para el llenado de datos por parte de los pobladores afectados del caserío Bella Unión, tanto para la metodología propuesta por INDECI, como por CENEPRED.

Tabla 57: Ficha valorativa de evaluación de vulnerabilidad según INDECI

FICHA VALORATIVA		
Universidad	Universidad Nacional de Cajamarca-escuela de posgrado	
Línea	Ingeniería	
Mención	Ingeniería y gerencia de la construcción	
Proyecto: "Índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo a inundación del río san Lucas, sector Bella Unión, Cajamarca, 2018" Sector en estudio: Viviendas a ambas márgenes, Puente la Huanga - cruce río Mashcón Número de Viviendas encuestadas: 50	Evaluador	Ing. Walter Malaver Vargas
	Asesor	M.Cs. Marco Silva Silva
	Fecha	Cajamarca, Octubre de 2018
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
VULNERABILIDAD FÍSICA		
1.1. Localización de viviendas (*)	CONTEO	OBSERVACION
Muy alejada > 5km	00	
Mediana 1 - 5km	00	
Cercana 0,2 - 1km	05	
muy cercana 0,2 - 0km	45	
(*) Que distancia se encuentra la población frente al peligro		
1.2. Material de construcción utilizada en viviendas		
Estructuras sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	05	
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	25	
Estructura de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	12	
Estructura de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.	08	
1.3. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos		
Con normativa vigente estrictamente cumplidas	02	

Con normativa vigente medianamente cumplidas	05	
Con normativa vigente sin cumplimiento	05	
Desconocimiento e incumplimiento con normativa vigente	38	
GUIA DE OBSERVACION		
VULNERABILIDAD AMBIENTAL		
2.1. Condiciones atmosféricas	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Niveles de temperatura al promedio normales	X	
Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	X	
Niveles de temperatura superiores al promedio normal	X	
Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal	X	
2.2. Composición y calidad de aire y agua		
Sin ningún grado de contaminación	X	
Con un nivel moderado de contaminación	X	
Alto grado de contaminación	X	
Nivel de contaminación no apto	X	
VULNERABILIDAD ECONÓMICA		
3.1. Nivel de producción de los pobladores del sector		
Altamente productividad		
Mediana productividad	X	
Escasa productividad		
Sin productividad		
3.2. Acceso al mercado laboral de los pobladores del sector		
Con Oferta Laboral > demanda	X	
Con Oferta Laboral = demanda	X	
Con Oferta Laboral < demanda	X	
Sin Oferta Laboral	X	
3.3. Niveles de ingresos del sector en cuestión		
Niveles de ingresos altos	X	
Niveles de ingresos suficientes	X	
Niveles de ingresos que cubren las necesidades básicas	X	

Niveles de ingresos inferiores para cubrir necesidades	X	
3.4. Situación de la pobreza o desarrollo humano en el sector		
Población sin pobreza	X	
Población con menor % de pobreza	X	
Población con mediana pobreza	X	
Población con pobreza total	X	

VULNERABILIDAD SOCIAL		
4.1. Nivel de organización de los pobladores, opiniones de pobladores	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Población totalmente organizada	X	
Población organizada	X	
Población escasamente organizada	X	
Población no organizada	X	
4.2. Participación de la población en trabajos comunales		
Participación total	X	
Participación de la mayoría	X	
Mínima participación de la población	X	
Sin participación	X	
4.3. Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales, opiniones		
Fuerte relación	X	
Medianamente relacionados	X	
Débil relación	X	
No existe	X	
4.4. Tipo de integración entre las organizaciones y las Instituciones locales, opiniones		
Integración total	X	
Integración parcial	X	
Baja integración	X	
No existe integración	X	
VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA		
5.1. Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres en el sector		
Conocimiento total de la población sobre desastres	X	
La mayoría de la población tiene conocimiento de desastres	X	
Escaso conocimiento de desastres por parte de la población	X	
Desconocimiento total sobre desastres	X	
5.2. Percepción de la población sobre los desastres		
Totalidad de la población tiene percepción real de los desastres	X	
La mayoría de la población tiene percepción real de desastres	X	
La minoría de la población tiene una percepción real de desastres	X	
Percepción totalmente irreal de desastres	X	
5.3. Actitud de la población del sector frente a la ocurrencia de desastres		

Actitud altamente previsor	X	
Actitud parcialmente previsor	X	
Actitud escasamente previsor	X	
Actitud fatalista, conformista, desidia.	X	
VULNERABILIDAD POLÍTICA E INSTITUCIONAL		
6.1. Autonomía Local		
Total autonomía	X	
Autonomía parcial	X	
Escasa autonomía	X	
No existe autonomía	X	
6.2. Liderazgo político, opiniones		
Aceptación y respaldo total	X	
Aceptación y respaldo parcial	X	
Aceptación y respaldo minoritario	X	
No hay aceptación ni respaldo	X	
6.3 Participación ciudadana		
Participación total		
Participación mayoritaria		
Participación minoritaria	X	
No hay participación		
6.4 Participación ciudadana		
Permanente coordinación y activa del CDC	X	
Coordinaciones esporádicas	X	
No hay coordinaciones con CDC	X	
VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	X	
6.1. Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales, opiniones		
La totalidad de los peligros fueron estudiados	X	
La mayoría de los peligros fueron estudiados	X	
Existen pocos estudios de los peligros	X	
No existen estudios de los peligros	X	
6.2. Existencia de instrumentos para medición de fenómenos completos		
Población totalmente instrumentada	X	
Población parcialmente instrumentado	X	
Población con escasos instrumentos	X	
Población sin instrumentos	X	
6.3 Conocimiento sobre la existencia de estudios		
Conocimiento total de estudios existentes	X	
Conocimiento parcial de estudios existentes	X	
Mínimo conocimiento de estudios existentes	X	
Nulo conocimiento de estudios existentes	X	

Fuente: Adaptado de manual Indeci, 2011.

Tabla 58: Ficha valorativa de evaluación de peligrosidad según INDECI

DESCRIPCIÓN GENERAL			
Región o departamento: Cajamarca	Provincia: Cajamarca	Distrito: Cajamarca	Centro poblado : Caserío Bella Unión
Número de viviendas totales existentes: 216	N° viviendas encuestadas: 50	ID del caserío: N° 0601010149	Número promedio de hijos por vivienda: 3-4
Servicios básicos existentes	Agua: mediante red pública dentro de la vivienda en su mayoría	Desagüe: Pozo ciego o negro en su mayor parte y desechos al río en menor %	Otros: Dos centros educativos (02), IEI N° 094414 (06 alumnos) y I.E.I N°094008 (45 alumnos)

PELIGROS DE MAYOR IMPACTO					
Peligro	Fecha de Ocurrencia	Tiempo de duración	Daños	Causas	Efectos Secundarios
Inundación	Año 2016	Periodo de lluvias, semanas completas	Viviendas colindantes, pobladores, animales, terrenos agrícolas, rotura de tuberías	Intensas lluvias, falta de defensa ribereña, población económicamente vulnerable, entre otros.	Pérdidas económicas, bienes dinerarios, enfermedades a personas y animales, estado de contaminación ambiental grave.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO					
Pendiente del terreno	Muy alta	Alta	Media	Baja	Plana
	60 %	45 %	30 %	< 25 %	< 10 %
					X

CARACTERÍSTICAS DE LA VULNERABILIDAD		
Total de viviendas todo el caserío	246	Material predominante de viviendas: En mayor porcentaje ladrillo o bloque de cemento (58.90 %), adobe (30.45 %) y madera pared (8.95 %)
Número de viviendas a ser encuestadas (tramo entre puente la Huangá y cruce del río Mashcón)	50	Material predominante en pisos: Cemento y tierra (90.00%), material de techos es concreto armado (38.70 %), tejas (28.05 %) y calamina (32.93 %).
Población por grupo etario en toda el área Número de familias a ser afectadas	De 0-17 años: 330 De 18-59 años: 613 De más de 60 años: 87 personas	Es común la familia extensiva con 3-5 hijos y es común tener a otros miembros como sobrinos, yernos, nueras, etc.

Fuente: Adaptado de manual Indeci , 2011

Tabla 59: Ficha de evaluación según metodología Cenepred

FICHA EVALUATIVA		
Universidad	Universidad Nacional de Cajamarca-escuela de posgrado	
Línea	Ingeniería	
Mención	Ingeniería y gerencia de la construcción	
Proyecto: "Índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo a inundación del río san Lucas, sector Bella Unión, Cajamarca, 2018" Sector en estudio: Viviendas a ambos márgenes, Puente la Huanga - cruce río Mashcón Número de Viviendas encuestadas: 50	Evaluador	Ing. Walter Malaver Vargas
	Asesor	Mcs. Marco Silva Silva
	Fecha	Cajamarca, Octubre de 2018
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
FRAGILIDAD		
1.1. Material predominante en paredes	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Ladrillo o bloque de cemento	X	
Ladrillo simple		
Adobe o tapial		
Madera o triplay		
Estera		
1.2. Material predominante en techos		
Losa aligerada de concreto	X	
Plancha de calamina		
Entablado		
Estera		
Plástico		
1.3. Material predominante en pisos		
Parquet o madera pulida		
Losetas, terrazas y ninílicos		
Cemento	X	
Madera, entablados		
Tierra y otro material		
1.4. Número de pisos de la edificación		
01 Piso		
02 Pisos	X	
03 Pisos		
04 Pisos		
05 Pisos		
1.5. Estado de conservación de la edificación		
Muy buena		
Buena		
Regular	X	
Mala		
Muy mala		
1.6. Grupo etáreo		
De 0-5 años y mayor de 65 años		
De 4-12 años y de 60-64 años		
De 13-15 años y 50-59 años	X	
De 4-12 años y 60-64 años		

De 0-5 años y mayor de 65 años		
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
1.7. Discapacidad de la población	DESCRIPTOR	OBSERVACION
No tiene	X	
Para hablar		
Mental o intelectual		
Para usar brazos y piernas		
Visual y para oír		
1.8. Componentes del hogar		
Menor a 3 personas		
De 3-4 personas		
De 4-6 personas	X	
De 7-10 personas		
Más de 10 personas		
RESILIENCIA		
1.9. Tipo de seguro		
Seguro privado		
Fuerzas armadas		
ESSALUD		
SIS		
No tiene	X	
1.10. Nivel educativo alcanzado		
Superior universitario y posgrado u otro similar		
Superior no universitaria	X	
Secundaria		
Primaria		
Sin ningún nivel		
1.11. Ocupación principal del jefe del hogar		
Empleador		
Trabajador independiente	X	
Empleado		
Obrero		
Trabajador familiar no remunerado		
1.12. Ingreso promedio familiar		
Mayor a 2800 soles		
De 2201 a 2860 soles		
De 1501 a 2200 soles		
De 850 a 1500 soles		
Menor del sueldo mínimo	X	
Sin ingresos		
1.13. Disponibilidad de ahorros		
Ahorros en banco		
Ahorros invertidos		
Ahorros en casa		
Ahorros prestados	X	
No cuenta con ahorros		

1.14. El jefe de familia posee seguros de vida		
Seguro privado		
AFP		
ONP		
Interrumpido	X	
No cuenta		
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
1.15. Se han recibido capacitaciones en temas de gestión de riesgo de desastres	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Una vez por año		
Cada 02 años		
Cada 03 años		
Cada 05 años		
Nunca	X	
1.16. Sabría enfrentar situaciones de emergencia?		
Suficiente conocimiento, implementación de soluciones		
Conocimiento y voluntad para enfrentarlos		
Regular conocimiento y motivación	X	
Poco conocimiento o motivación		
No conoce		
1.17. Tipo de régimen de tenencia de vivienda del hogar		
Propia totalmente pagada		
Cedida por el centro de trabajo u otro		
Propia ganando a plazos		
Propia por invasión	X	
Alquilada		
1.18. Cumplimiento de la vivienda con la norma técnica de construcción		
Menos del 10% del área de edificación		
Entre el 10-20% del área de edificación		
Entre el 20-40 % del área de edificación	X	
Entre el 40-60 % del área de edificación		
Más del 60% del área de edificación		
1.19. Acceso a recursos naturales		
Suficiente acceso a recursos naturales		
Regular acceso a recursos naturales		
Poco acceso a recursos naturales		
Muy poco acceso a recursos naturales	X	
No cuenta		

Fuente: Adaptado de manual Cenepred, 2014

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Procesamiento de datos.

La información que se obtuvo de las hojas de registro de datos, valoración, y registro de precipitaciones fue procesada empleando programas computarizados como Microsoft Excel 2016, en el que se desarrolló la técnica de jerarquización o método multicriterio, así como el análisis estadístico de datos. Anexo a esto, los modelos digitales de la zona se recogieron de la plataforma Sigrid y otros programas como Hec- Ras 5.0.7 , ArcGis 10.7 y Autocad Civil 2022.

Análisis de la información.

Los datos fueron tratados en gráficos de barras, líneas y tabulación, de forma tal que a partir de ellos se permita realizar interpretaciones, aplicando el procedimiento propuesto por Indeci y Cenepred. Por ello se realizó los análisis de resultados de las siguientes variables de evaluación: (a) Índice de vulnerabilidad, (b) Nivel de peligrosidad, (c) Nivel de riesgo a inundación

4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.

Equipos.

- GPS diferencial
- Wincha métrica
- Marcadores de hitos
- Estación total modelo Leyca TS07
- Cámara fotográfica

Materiales.

- Material humano, ayudantes y colaboradores
- Laptop modelo DELL CORE I7
- Sillas, escritorios, entre otros.
- Papel Bond A4
- Cuadernillos, lapiceros entre otros.

Insumos.

- Libros
- Fotocopias, CD's, fólder
- Gastos administrativos, etc.

4.8. Matriz de consistencia metodológica

Título: Índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo a inundación del río San Lucas, sector Bella Unión, Cajamarca, 2018

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Definición Conceptual de las variables	Variables	Dimensiones/ Factores	Indicadores/ Cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra				
¿Cuál es el índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo, en el caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, ante la ocurrencia del peligro de inundación?	OG. Determinar el índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo a inundación, correspondiente al caserío de Bella Unión, para el tramo comprendido entre puente "La Huanga" y desembocadura del río Mashcón. OE. Estimar el índice de vulnerabilidad global existente para el caserío Bella Unión, en el tramo comprendido entre puente la Huanga y cruce del río Mashcón. OE. Determinar el nivel de riesgo a inundación al que se encuentra expuesto el caserío Bella Unión, en el tramo comprendido entre puente la Huanga y cruce del río Mashcón. OE. Elaborar una propuesta de remediación, que presente un presupuesto estimado de partidas y actividades necesarias para el mejoramiento del sector en estudio	-El Caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, presenta un índice de vulnerabilidad total tipo "alto", ante la ocurrencia de fenómenos de inundación. -El Caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, se clasifica de riesgo "medio", ante la ocurrencia de fenómenos de inundación	Es la situación de incapacidad para resistir y recuperarse de los efectos adversos de una amenaza o peligro	Sub- variables	-Vulnerabilidad ambiental -Vulnerabilidad física -Vulnerabilidad económica -Vulnerabilidad social -Vulnerabilidad cultural -Vulnerabilidad política -Vulnerabilidad científica.	-Grado de deterioro ambiental -Áreas naturales protegidas -Viviendas sin servicios -PEA. -Densidad de población -superficie rehabilitada -Población analfabeta.	Mapas de vulnerabilidad, registros históricos, fotografías, hojas de registro de datos.	Tipo. El presente estudio reúne las condiciones de una investigación descriptiva, pues aborda al fenómeno y se procede a la caracterización de sus elementos, se usa encuestas, cuestionarios y otros de recolección de datos. Sección. El estudio es del tipo Transversal, pues se va analizar el entorno del caserío Bella Unión en varios momentos respectivamente; de la misma manera es descriptivo, pues se basa en la observación directa de los daños generados por las crecidas del río San Lucas para la zona en estudio.	Población. Sectores de la ciudad de Cajamarca afectados por el fenómeno de inundación, tras crecidas del río San Lucas Muestra. Caserío Bella Unión, para la zona comprendida entre puente "la Huanga" y la desembocadura del Río Mashcón. Unidad de análisis. Estado situacional del caserío Bella Unión ante la ocurrencia de fenómenos del tipo inundación, para el tramo entre puente "la Huanga" y el cruce del Río Mashcón Unidad de observación. Viviendas, construcciones existentes y pobladores afectados por el fenómeno de inundación, y ubicados a ambas márgenes del río San Lucas, para la zona en estudio				
				Vulnerabilidad						Peligro	Inundación: -Intensidad de lluvias -Pendientes del terreno -Topografía del terreno -Cercanía a corriente de agua -Registro de máximas precipitaciones -Pendientes del cauce -Movimientos en masa:	-Intensidades máximas de lluvia (mm/hr). -Número de viviendas afectadas tras crecidas del río. -Caudales máximos de río (m3/s) -Índice máximo de erosión pluvial -Área total de terrenos afectados (Ha)	Mapas de peligrosidad, registros históricos, informes INDECI, SENAMHI, Ingemmet, Autoridad nacional del agua, cuestionarios, entrevistas
				Variable Principal										Riesgo	-Riesgos del tipo físicos, riesgos del tipo locativos: generados por el fenómenos de inundación. -Riesgos generados por Temperaturas, lluvias, medioambiente, etc. -Riesgos generados por malas construcciones.	Mapas de zonas de riesgo. Informes de Sigrid, Indeci, mapas de uso de tierras, registros históricos, entrevistas , etc..	Unidad de inclusión. Se ha considerado las viviendas que presentan mayor riesgo ante el peligro de inundación, es decir aquellas que se encuentran más cercanas al cauce del eje del río, para el tramo comprendido entre puente "La Huanga" y desembocadura del río Mashcón.

Cuadro 3: Matriz de consistencia metodológica

CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

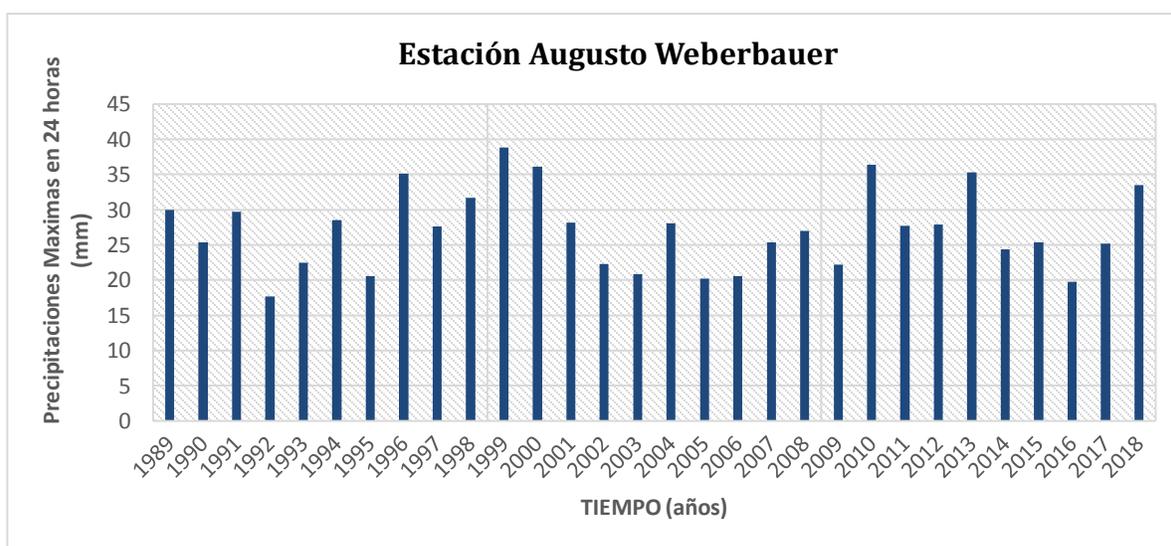
5.1.1. Análisis de datos hidrológicos

Tabla 60: Precipitaciones máximas (mm/hora) para 24 horas, periodo 1989-2018

1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
30.00	25.40	29.70	17.70	22.50	28.50	20.60	35.10	27.60	31.70
1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
38.80	36.10	28.20	22.30	20.80	28.10	20.20	20.60	25.40	27.00
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
22.20	36.40	27.70	27.90	35.30	24.40	25.40	19.80	25.20	33.50

Fuente: Data histórica de precipitaciones máximas, estación Augusto Weberbauer, Senamhi

Figura 4: Distribución de precipitaciones máximas estación Augusto Weberbauer



Fuente: Data histórica de precipitaciones máximas, estación Augusto Weberbauer, Senamhi

Tabla 61: Variables estadísticas de precipitación

ANÁLISIS ESTADÍSTICO			
MEDIA	27.14	MÍNIMO	17.70
MEDIANA	27.30	MÁXIMO	38.80
DESVIAC. ESTANDAR	5.630.	SUMA	814.10
CUENTA	30.00		

Tabla 62: Prueba de bondad de ajuste a las precipitaciones máximas

Datos	Probabilidad de excelencia F(x)					Diferencia Delta D			
	Empírica	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Normal	LN2	LN3	Gumbel
1	0.032	0.01917	0.03406	0.02552	0.057	0.013	0.002	0.007	0.0245
2	0.065	0.04998	0.06473	0.05628	0.090	0.015	0.000	0.008	0.025
3	0.097	0.05572	0.06992	0.06174	0.095	0.041	0.027	0.035	0.002
4	0.129	0.07357	0.08561	0.07847	0.110	0.055	0.043	0.051	0.019
5	0.161	0.07865	0.08998	0.08318	0.114	0.083	0.071	0.078	0.047
6	0.194	0.12923	0.13224	0.12950	0.153	0.064	0.061	0.064	0.040
7	0.226	0.20886	0.19779	0.20215	0.211	0.017	0.028	0.024	0.014
8	0.258	0.30555	0.27970	0.29197	0.283	0.047	0.022	0.034	0.025
9	0.290	0.32448	0.29623	0.30984	0.297	0.034	0.006	0.020	0.007
10	0.323	0.40435	0.36830	0.38656	0.360	0.082	0.046	0.064	0.038
11	0.355	0.42511	0.38769	0.40686	0.378	0.070	0.033	0.052	0.023
12	0.387	0.43208	0.39427	0.41371	0.383	0.045	0.007	0.027	0.004
13	0.419	0.44608	0.40759	0.42752	0.395	0.027	0.012	0.008	0.024
14	0.452	0.46016	0.42111	0.44146	0.407	0.009	0.031	0.010	0.044
15	0.484	0.46721	0.42794	0.44848	0.414	0.017	0.056	0.035	0.070
16	0.516	0.50968	0.46986	0.49111	0.452	0.006	0.046	0.025	0.064
17	0.548	0.62112	0.58666	0.60611	0.561	0.073	0.038	0.058	0.013
18	0.581	0.62112	0.58666	0.60611	0.561	0.040	0.006	0.025	0.019
19	0.613	0.62112	0.58666	0.60611	0.561	0.008	0.026	0.007	0.051
20	0.645	0.63455	0.60144	0.62027	0.576	0.011	0.044	0.025	0.069
21	0.677	0.68652	0.66007	0.67566	0.634	0.009	0.017	0.002	0.044
22	0.710	0.79487	0.78919	0.79368	0.768	0.085	0.080	0.084	0.059
23	0.742	0.80481	0.80141	0.80463	0.781	0.063	0.059	0.063	0.040
24	0.774	0.80967	0.80740	0.80999	0.788	0.035	0.033	0.036	0.014
25	0.806	0.86977	0.88149	0.87612	0.871	0.063	0.075	0.070	0.064
26	0.839	0.87715	0.89048	0.88417	0.881	0.038	0.052	0.045	0.042
27	0.871	0.87715	0.89048	0.88417	0.881	0.006	0.020	0.013	0.010
28	0.903	0.89100	0.90719	0.89924	0.900	0.012	0.004	0.004	0.003
29	0.935	0.90370	0.92221	0.91292	0.917	0.032	0.013	0.023	0.018
30	0.968	0.95312	0.97505	0.96400	0.977	0.015	0.007	0.004	0.009
V. Máximos						0.08519	0.07951	0.08400	0.07024
Aceptación						Aceptada	Aceptada	Aceptada	Aceptada
Ajuste								0.2483	

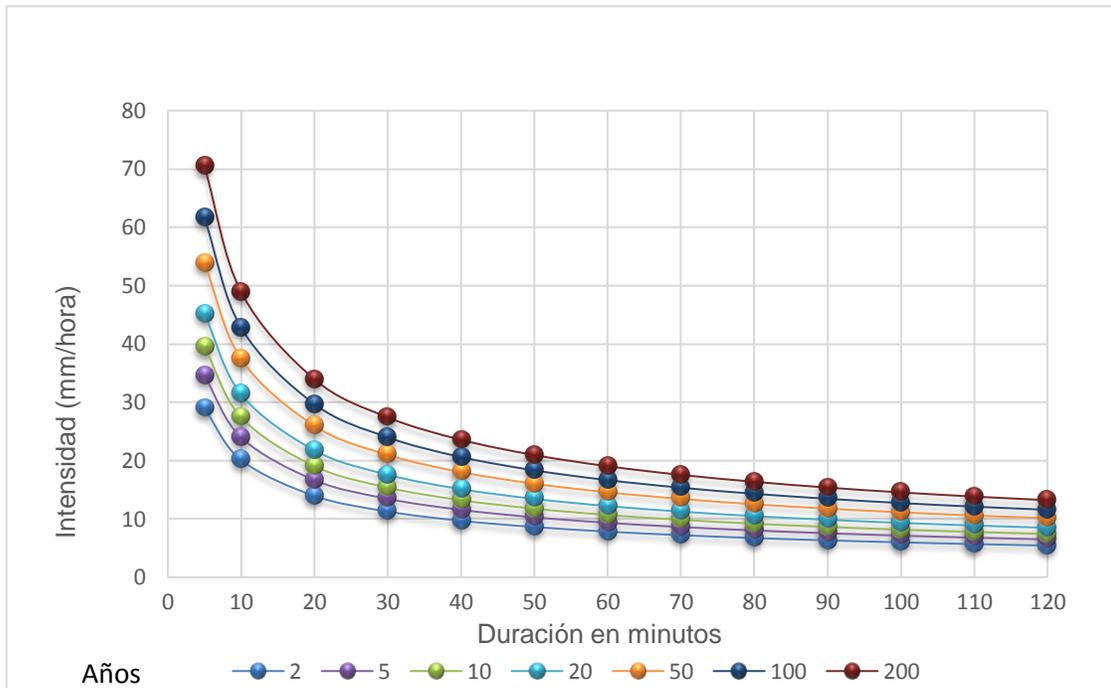
Tabla 63: Análisis de regresión

Constante	1.77123		Log K=	1.7712	K=	59.05
Error estándar de est. Y	0.02229				m=	0.193
R cuadrada	0.99036				n=	0.526
Número de observaciones	48				$\frac{59.05}{T^{0.193}}$	
Grados de libertad	45			Donde:	$t^{0.526}$	
Coficiente(s) X	0.19312	-0.5265		T= años		
Error estándar de coeficiente	0.0047	0.00939		t= minutos		

Tabla 64: Intensidades máximas en mm/hr.

Duración(t) en min	Periodo de retorno (T) en años							
	2	3	5	10	20	50	100	200
5	28.93	31.29	34.53	39.48	45.13	53.87	61.59	70.41
10	20.09	21.72	23.97	27.41	31.33	37.40	42.76	48.88
20	13.94	15.08	16.64	19.03	21.75	25.96	29.68	33.93
30	11.26	12.18	13.44	15.37	17.57	20.97	23.98	27.41
40	9.68	10.47	11.55	13.21	15.10	18.03	20.61	23.56
50	8.61	9.31	10.27	11.75	13.43	16.03	18.32	20.95
60	7.82	8.46	9.33	10.67	12.20	14.56	16.65	19.03
70	7.21	7.80	8.61	9.84	11.25	13.43	15.35	17.55
80	6.72	7.27	8.02	9.17	10.48	12.51	14.31	16.36
90	6.32	6.83	7.54	8.62	9.85	11.76	13.45	15.37
100	5.98	6.46	7.13	8.15	9.32	11.13	12.72	14.54
110	5.68	6.15	6.78	7.76	8.87	10.58	12.10	13.83
120	5.43	5.87	6.48	7.41	8.47	10.11	11.56	13.21
180	4.39	4.74	5.23	5.98	6.84	8.17	9.34	10.67
240	3.77	4.08	4.50	5.14	5.88	7.02	8.02	9.17
300	3.35	3.62	4.00	4.57	5.23	6.24	7.13	8.16

Figura 5: Curvas IDF (Intensidad- Duración- Frecuencia)



5.1.2. Metodología según el Instituto Nacional de defensa civil

5.1.2.1. Vulnerabilidad

5.1.2.1.1. Vulnerabilidad Tipo Física

Figura 6: Tipo de material de construcción empleado en las viviendas del sector

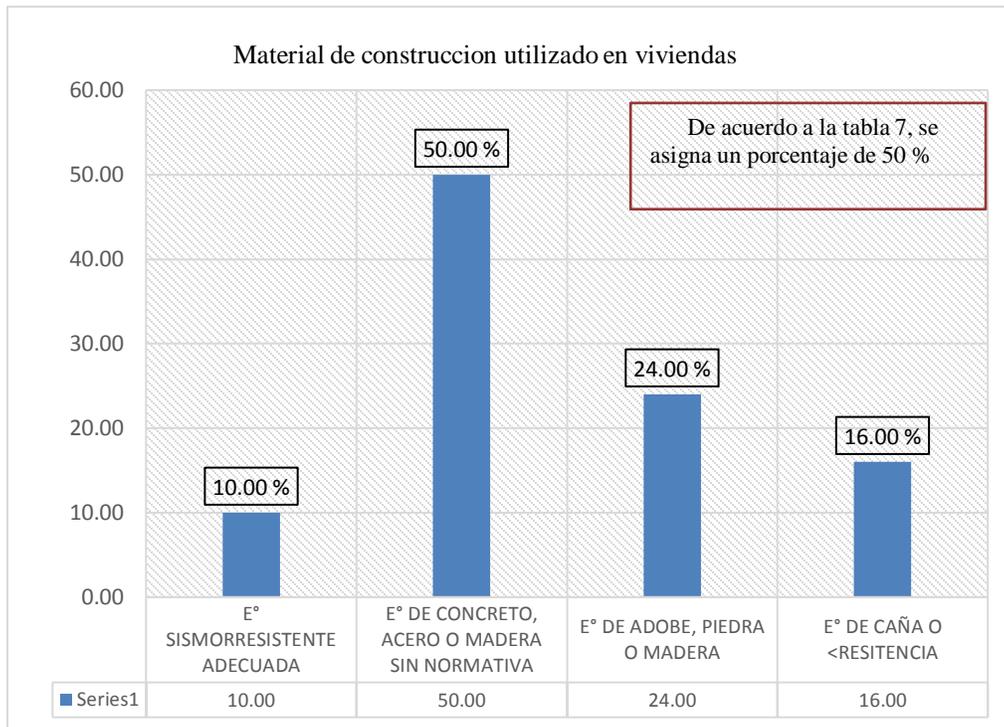


Figura 7: Localización de viviendas del sector con respecto al peligro

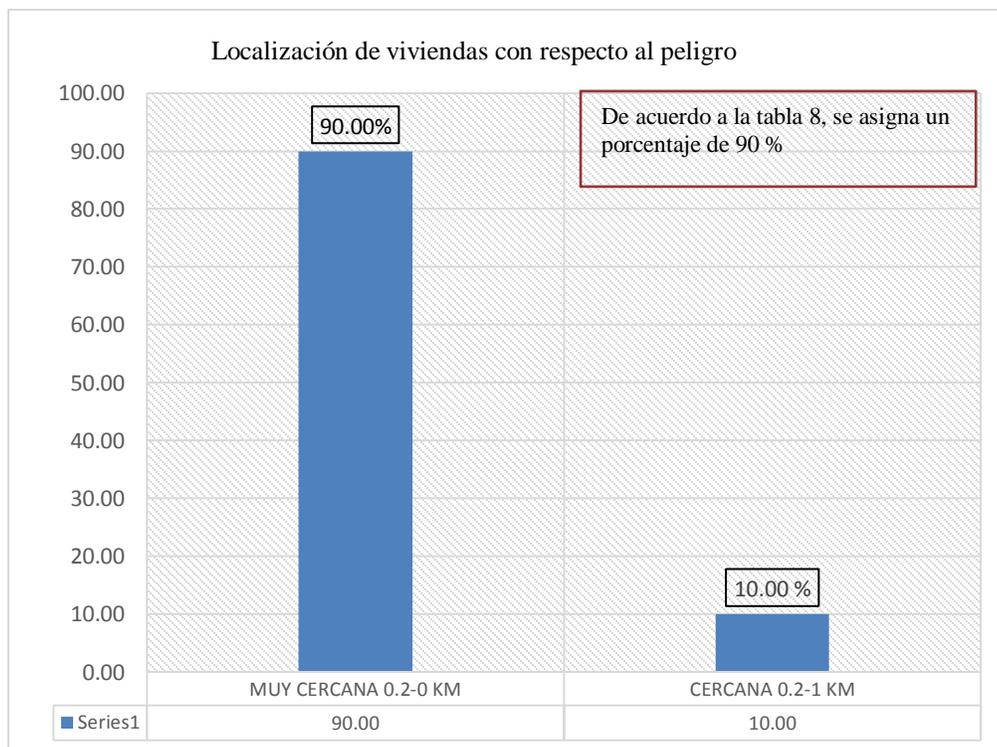
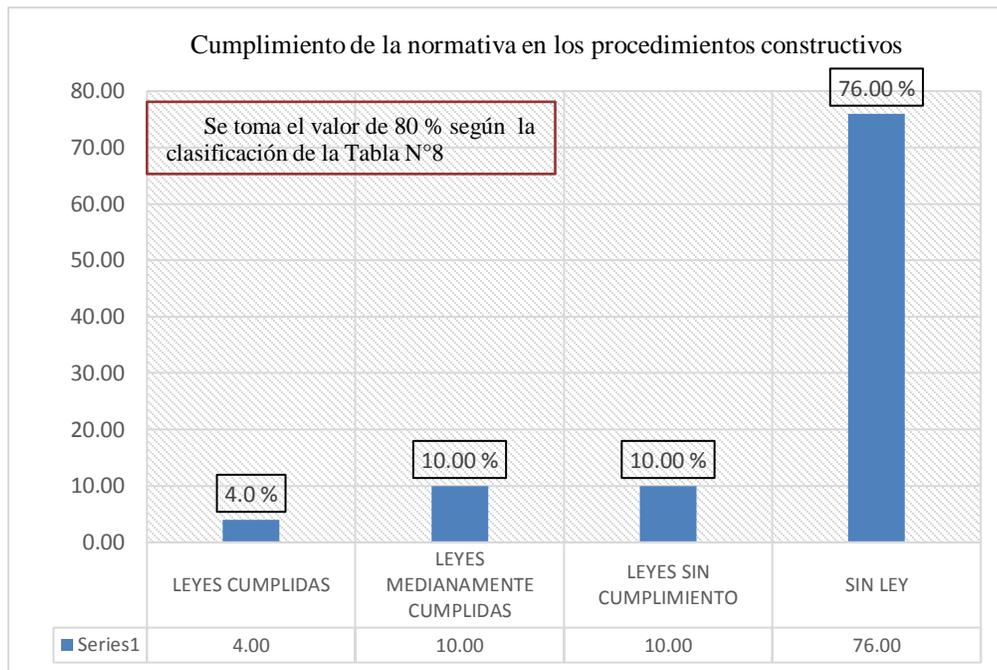


Figura 8: Cumplimiento de la normativa en los procedimientos constructivos



5.1.2.1.2. Vulnerabilidad Tipo ambiental – ecológica

Figura 9: Condiciones atmosféricas del sector en estudio

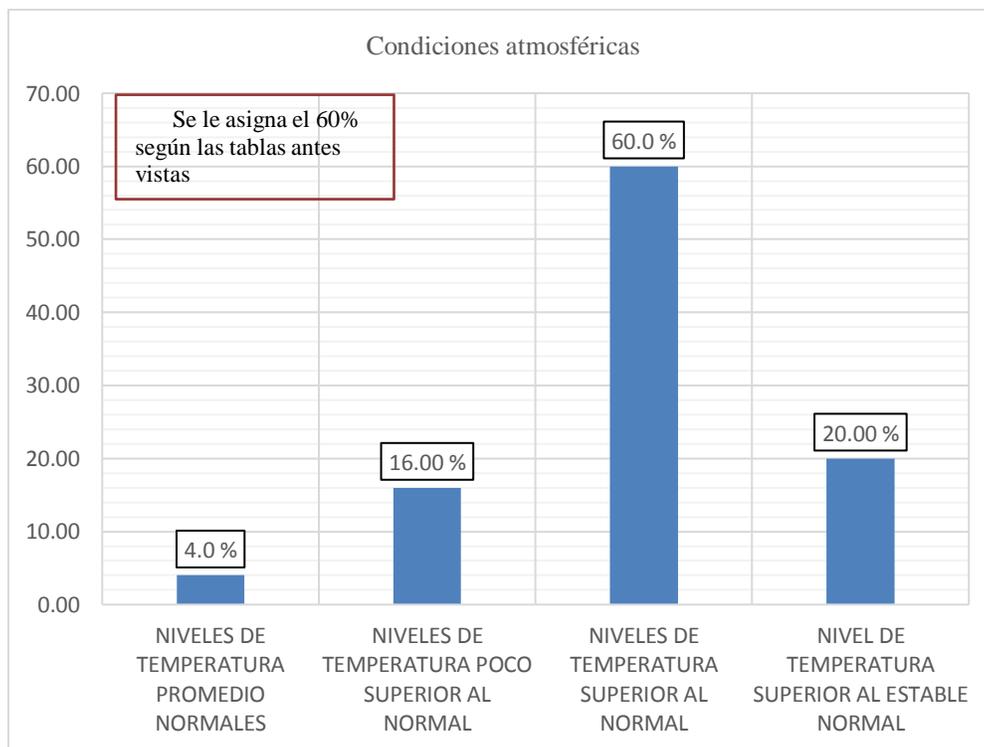
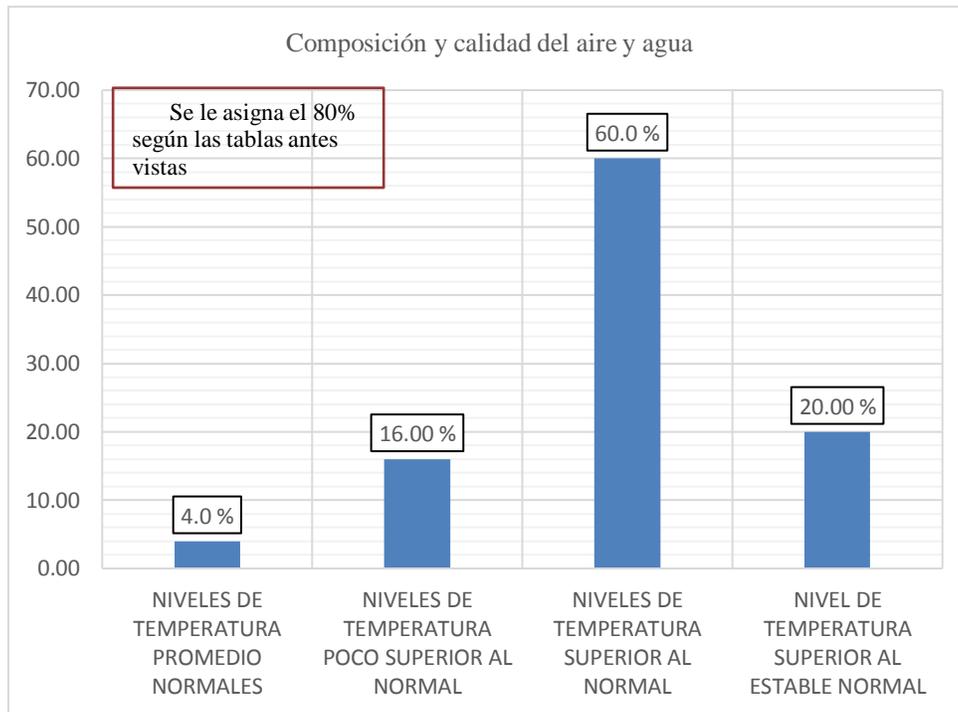


Figura 10: Composición y calidad de aire y agua



5.1.2.1.3. *Vulnerabilidad Económica*

Figura 11: Actividad económica presente en el caserío Bella Unión

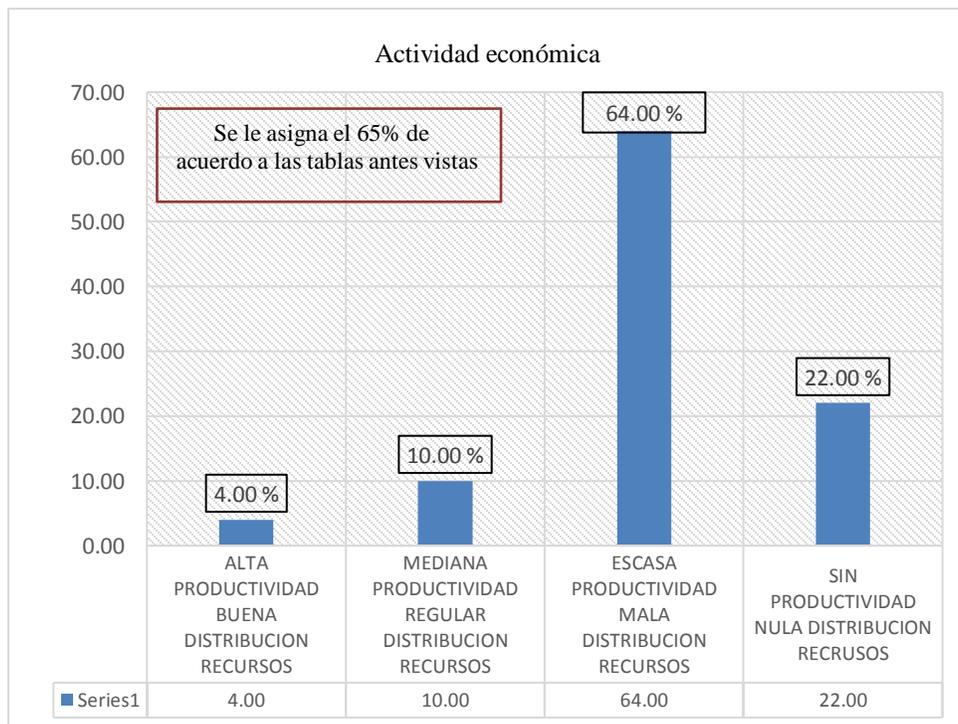


Figura 12: Acceso al mercado laboral para la población del caserío Bella Unión

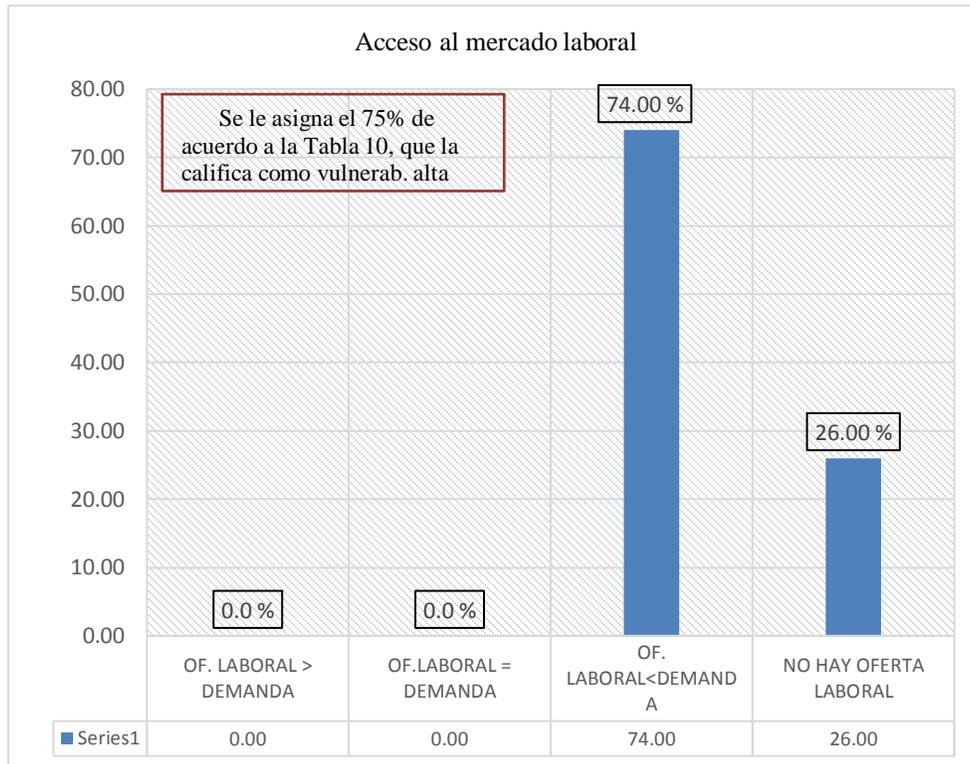


Figura 13: Nivel de ingresos de la población del sector Bella Unión

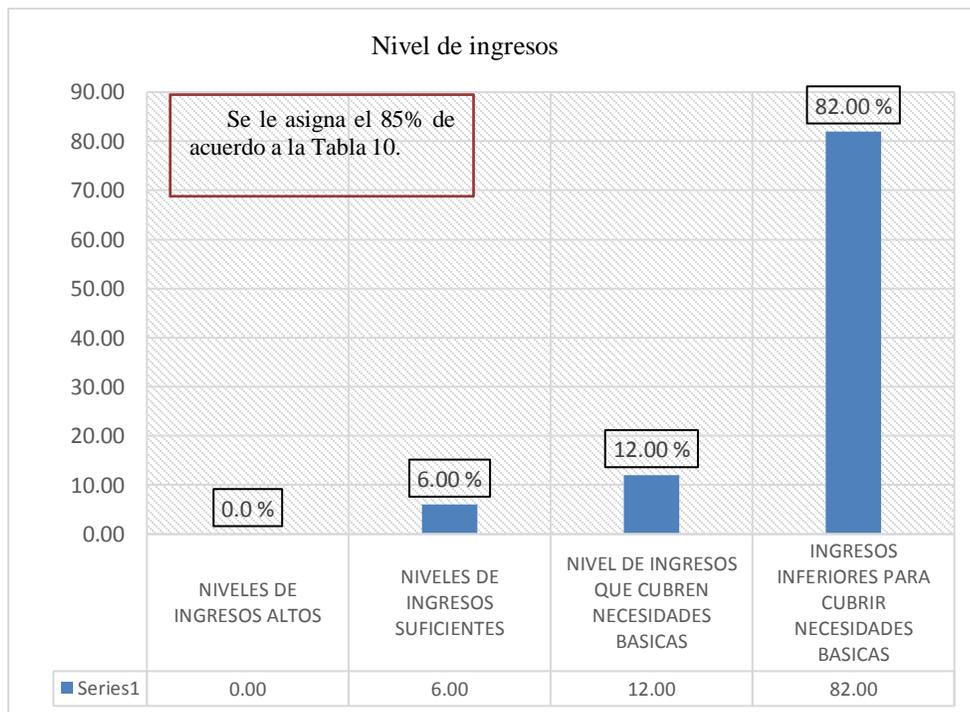
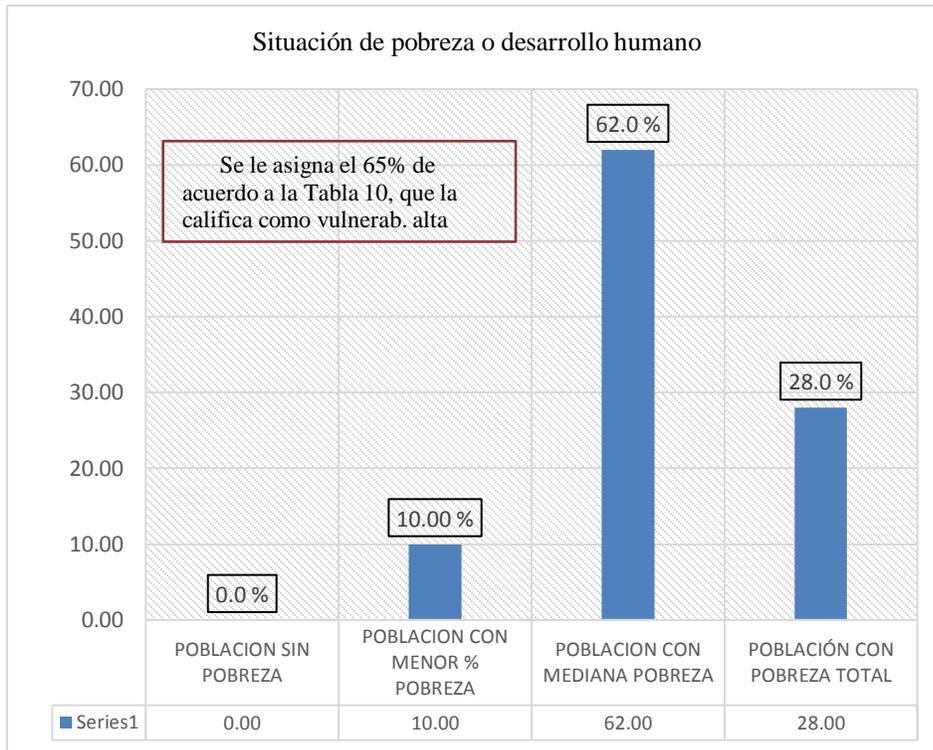


Figura 14: Situación de pobreza o desarrollo humano

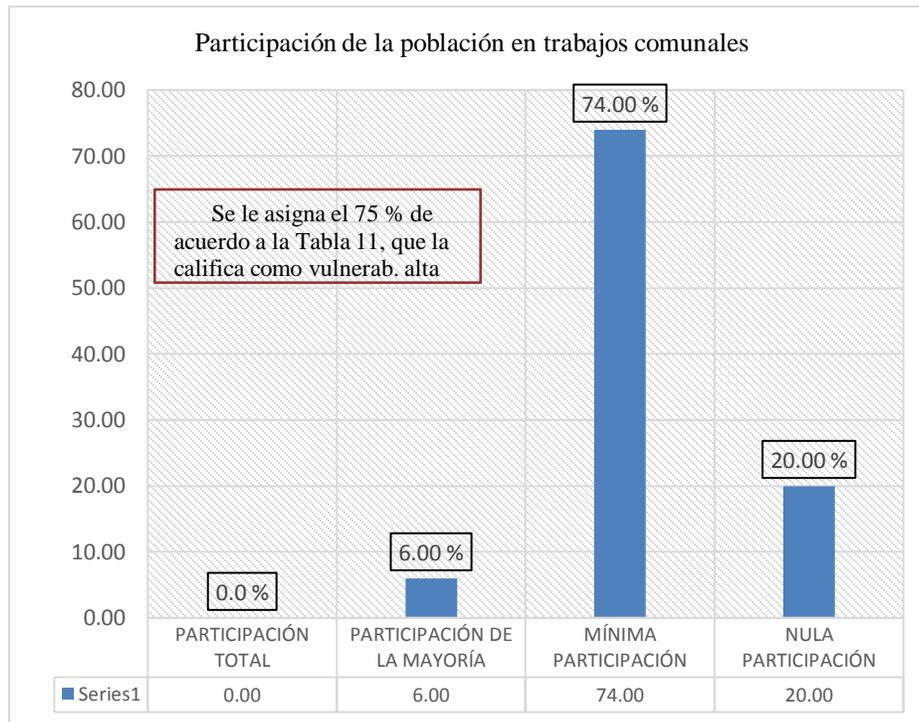


5.1.2.1.4. Vulnerabilidad Social

Figura 15: Nivel de organización de la población del caserío Bella Unión



Figura 16: Participación de la población en trabajos comunales



5.1.2.1.5. Vulnerabilidad cultural e ideológica

Figura 17: Conocimiento de la población sobre la ocurrencia de desastres

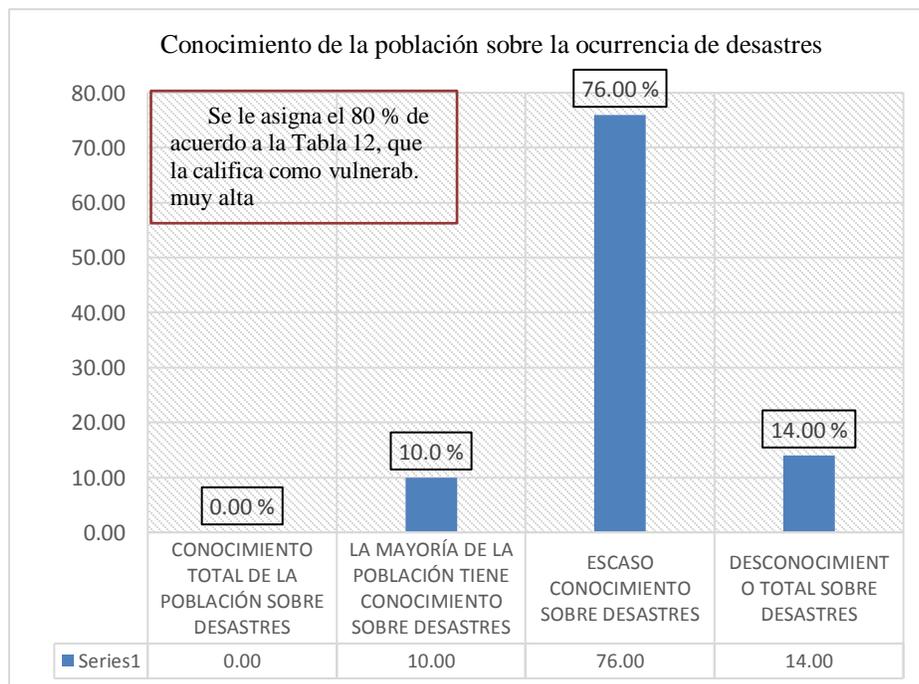


Figura 18: Percepción de la población del caserío sobre la ocurrencia de desastres

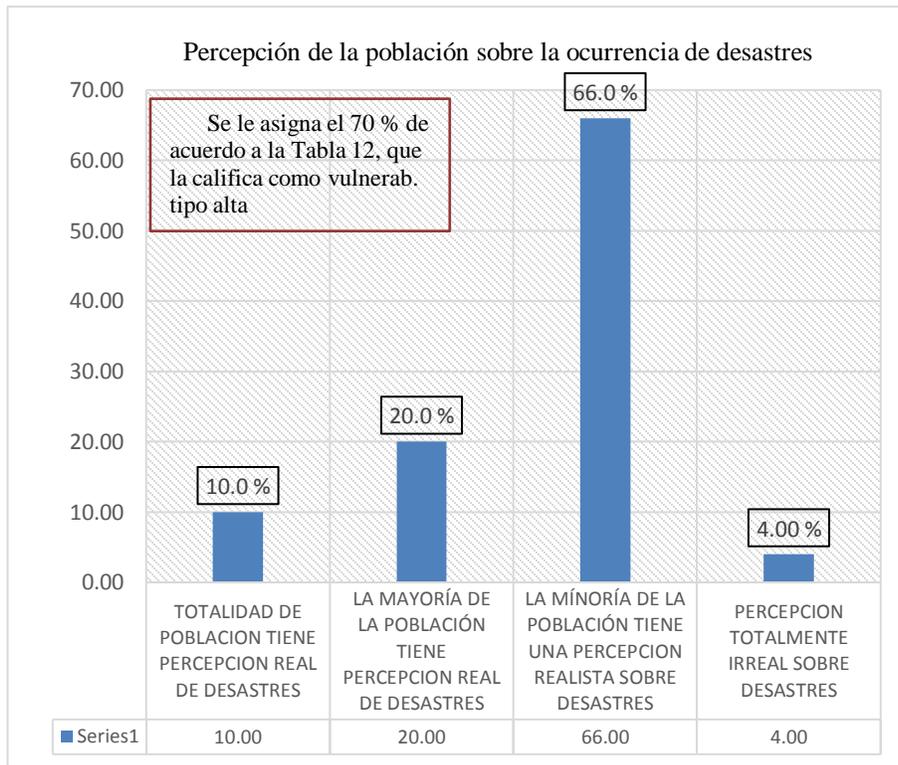
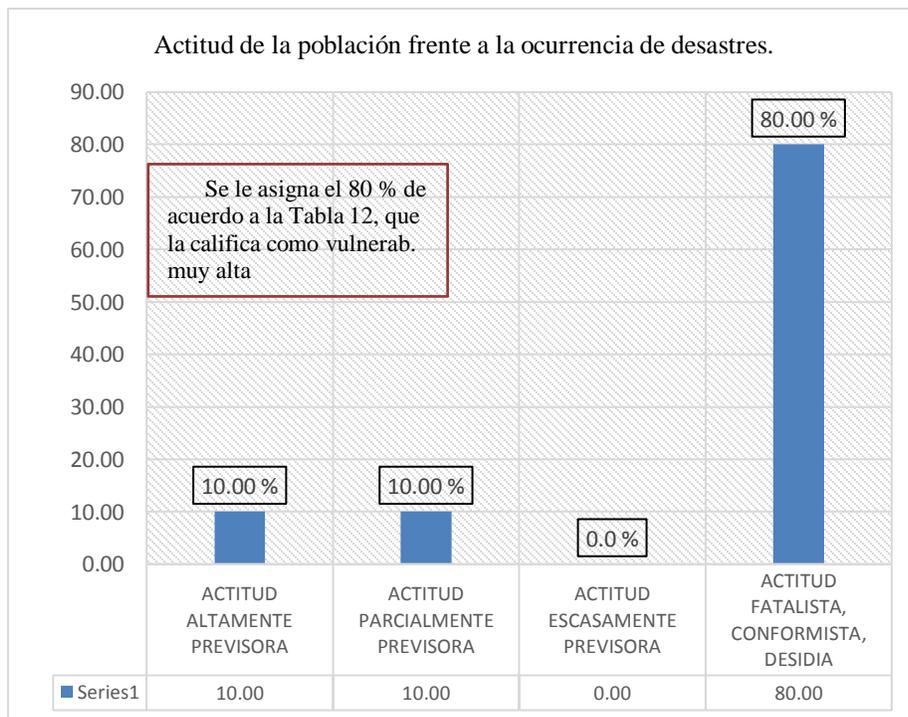


Figura 19 Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres



5.1.2.1.6. Vulnerabilidad científica y tecnológica

Figura 20: Existencia de trabajos de investigación sobre desastres en el caserío Bella Unión

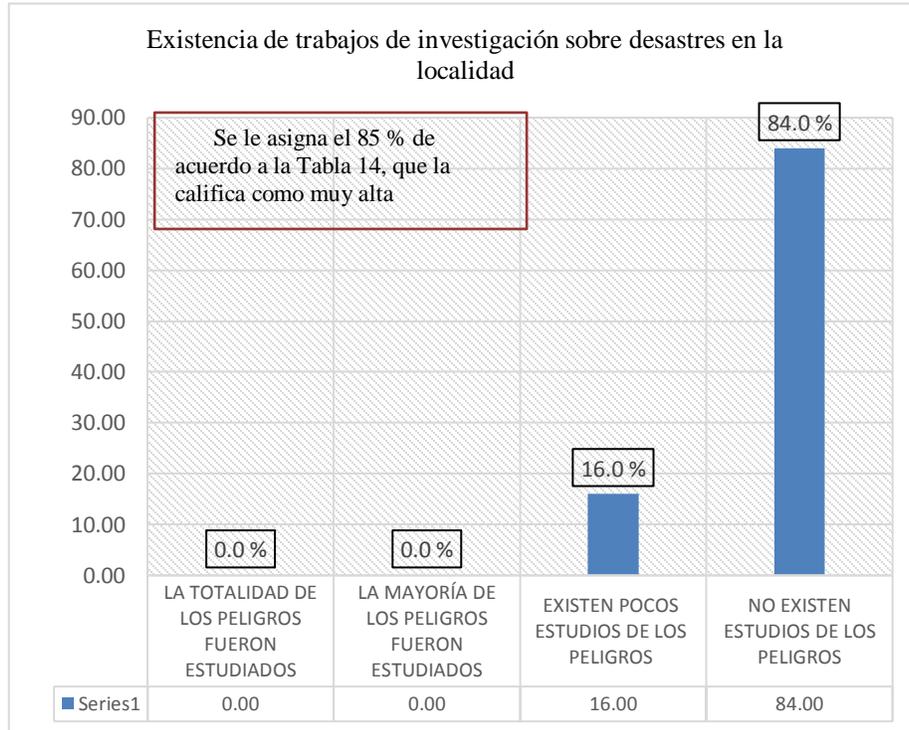


Figura 21: Existencia de instrumentos para medición de fenómenos

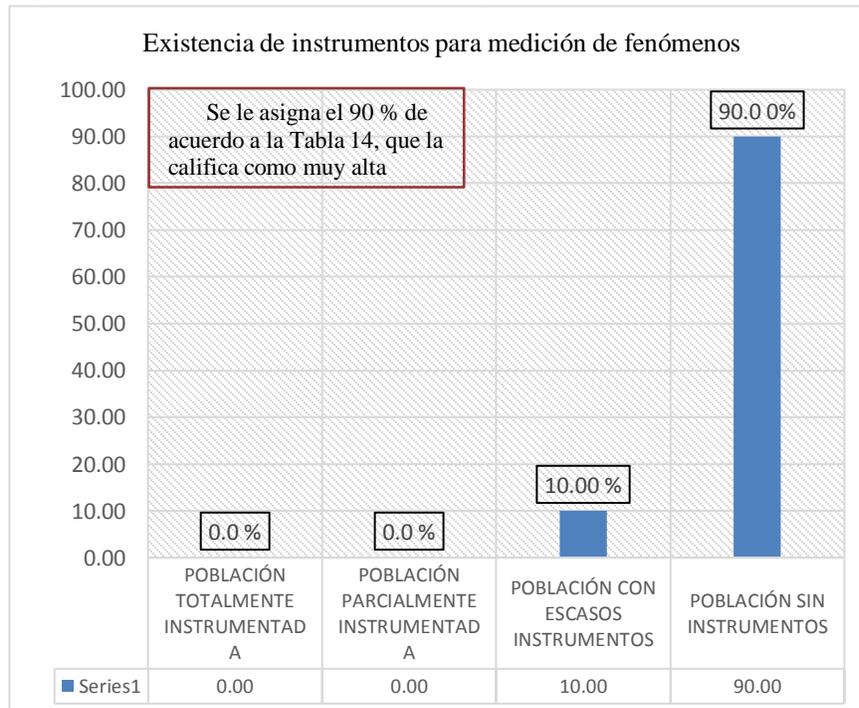


Figura 22: Conocimiento sobre la existencia de estudios en el caserío Bella Unión

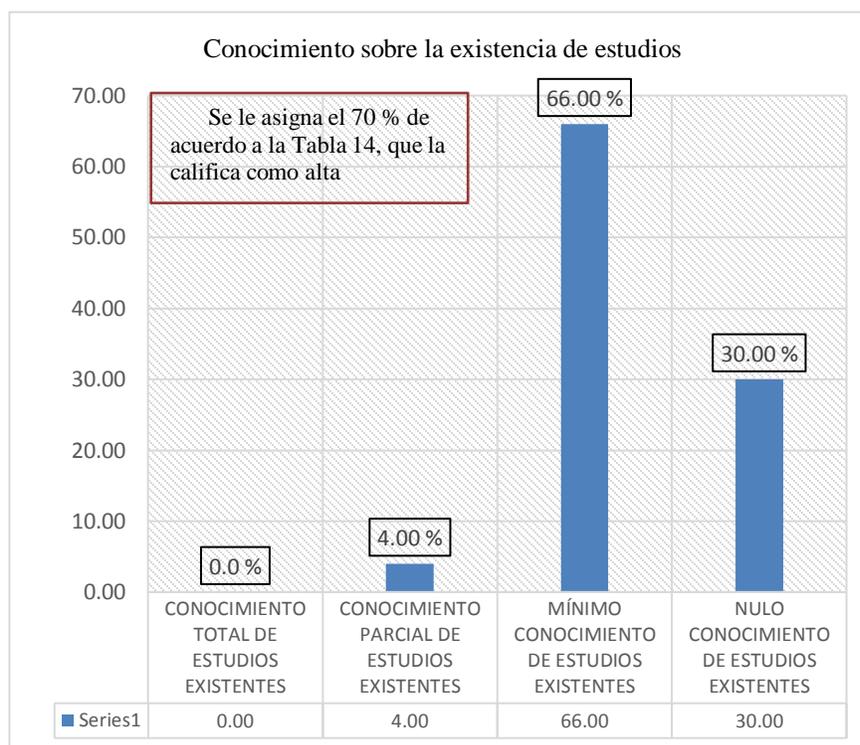


Tabla 65: Determinación del índice de vulnerabilidad total según Indeci

Tipo de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad				Total (%)
	VB	VM	VA	VMA	
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100%	
Vulnerabilidad física					73.33
Vulnerabilidad ambiental-ecológica					70.00
Vulnerabilidad Económica					72.50
Vulnerabilidad Social					75.00
Vulnerabilidad cultural e ideológica					76.66
Vulnerabilidad política-institucional					80.25
Vulnerabilidad científica y tecnológica					81.60
Promedio					75.62

NOTA: El nivel de Vulnerabilidad en que se encuentra la población en estudio para el Sector Bella Unión es Muy Alta.

5.1.2.2. Peligro

Tabla 66: Determinación del nivel de Intensidad

Descripción del área de estudio	Rango	Rango estimado	Nivel
Profundidad de inundación(H)	0.50 < H < 1.50m	1.30 m	Alto
Rango de Intensidad	0.50 < Ni < 0.75	0.75	<u>Alto</u>

Tabla 67: Determinación del nivel de Frecuencia

Descripción del área de estudio	Rango	Rango estimado	Nivel
Profundidad de inundación(H)	5 < T < 15 años	17.63 años	Media
Rango de Intensidad	0.25 < F < 0.50	0.50	<u>Media</u>

Tabla 68: Determinación del nivel de Peligro

Descripción del evento	Rango	Rango estimado	Nivel
Nivel de Intensidad	0.50 – 0.75	0.75	Alta
Frecuencia de ocurrencia	0.25 – 0.50	0.50	Media
Nivel de peligro de inundación	50.00 %	Peligro de tipo Medio	

5.1.2.3. Riesgo

Tabla 69: Determinación del nivel de Riesgo usando la metodología Indeci

Peligro	Medio (50.00 %)	Tipo de riesgo: Riesgo del tipo alto, con una asignación de máximo porcentaje de 75.0 % ante la presencia del fenómeno de inundación
Vulnerabilidad	Muy alta (75.62 %)	

5.1.3. Metodología según el centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres

5.1.3.1. Vulnerabilidad

5.1.3.1.1. Vulnerabilidad Tipo Social

METODOLOGÍA CENEPRED									
DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION									
FACTOR : SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS									
A.) Determinación de vectores de Priorización									
A.1.) Matriz de comparación de Pares									
DESCRIPTOR									
Mas del 75% del servicio educativo expuesto	Entre el 50- 75 % del servicio educativo expuesto	Entre el 25- 50 % del servicio educativo expuesto	Entre el 10- 25 % del servicio educativo expuesto	Menor igual al 10 % del servicio educativo expuesto					
1.00	3.00	4.00	5.00	9.00					
0.33	1.00	3.00	5.00	7.00					
0.25	0.33	1.00	5.00	7.00					
0.20	0.20	0.20	1.00	3.00					
0.11	0.14	0.14	0.33	1.00					
1.89	4.68	8.34	16.33	27.00					
0.528	0.214	0.120	0.061	0.037					
A.2) Matriz de normalización de Pares									
DESCRIPTOR									
Mas del 75% del servicio educativo expuesto	Entre el 50- 75 % del servicio educativo expuesto	Entre el 25- 50 % del servicio educativo expuesto	Entre el 10- 25 % del servicio educativo expuesto	Menor igual al 10 % del servicio educativo expuesto					
0.528	0.642	0.479	0.306	0.333	Vector de Priorización				
0.176	0.214	0.360	0.306	0.259	0.458				
0.132	0.071	0.120	0.306	0.259	0.263				
0.106	0.043	0.024	0.061	0.111	0.178				
0.059	0.031	0.017	0.020	0.037	0.069				
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización									
1.00	3.00	4.00	5.00	9.00	0.458	2.597			
0.33	1.00	3.00	5.00	7.00	0.263	1.523			
0.25	0.33	1.00	5.00	7.00	0.178	0.954			
0.20	0.20	1.00	3.00	3.00	0.069	0.347			
0.11	0.14	0.14	0.33	1.00	0.033	0.170			
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización									
2.597	5.674	5.790	5.367	5.032	5.176				
1.523	5.790	5.367	5.032	5.176					
0.954	5.367	5.032	5.176						
0.347	5.032	5.176							
0.170	5.176								
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia									
$\lambda = \text{Promedio matriz P}$	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = \frac{IC}{IA}$							
$\lambda = 5.408$	$IC = 0.102$	$IA = 1.115$							
$RC = 0.0914$	$<$	0.10							

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguilar y Moreno – Jiménez, 2001.

OK Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales

METODOLOGÍA CENEPRED		DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACIÓN		FACTORES - SERVICIOS HIGIENICOS		A.1.) Matriz de comparación de Pares		A.2.) Matriz de normalización de Pares		A.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización		A.4.) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización		A.5.) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia	
A.) Determinación de vectores de Priorización															
A.1.) Matriz de comparación de Pares															
DESCRIPTOR	Red pública de desague	Letrina	Pozo ciego o negro	Río, acequia, manantial u otro	No tiene										
	1.00	5.00	6.00	7.00	8.00										
	0.20	1.00	3.00	5.00	7.00										
	0.17	0.33	1.00	3.00	4.00										
	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00										
	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00										
SUMA TOTAL	1.63	6.68	10.58	16.33	23.00										
1./SUMA	0.612	0.150	0.094	0.061	0.043										
A.2.) Matriz de normalización de Pares															
DESCRIPTOR	Red pública de desague	Letrina	Pozo ciego o negro	Río, acequia, manantial u otro	No tiene										
	0.612	0.749	0.567	0.429	0.348										
	0.122	0.150	0.283	0.306	0.304										
	0.102	0.050	0.094	0.184	0.174										
	0.087	0.030	0.031	0.061	0.130										
	0.076	0.021	0.024	0.020	0.043										
A.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización															
	1.00	5.00	6.00	7.00	8.00										
	0.20	1.00	3.00	5.00	7.00										
Mmult=	0.17	0.33	1.00	3.00	4.00										
	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00										
	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00										
A.4.) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización															
	3.205	0.541	0.541	0.541	0.541										
	1.304	0.233	0.233	0.233	0.233										
P =	0.641	0.121	0.121	0.121	0.121										
	0.343	0.068	0.068	0.068	0.068										
	0.191	0.037	0.037	0.037	0.037										
A.5.) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia															
	3.205	0.541	0.541	0.541	0.541										
	1.304	0.233	0.233	0.233	0.233										
	0.641	0.121	0.121	0.121	0.121										
	0.343	0.068	0.068	0.068	0.068										
	0.191	0.037	0.037	0.037	0.037										
Finalmente se determinan los valores:															
$\lambda =$	5.404														
IC =	0.101														
IA =	1.115														
RC =	0.0905														
	<	0.10													
	OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales													

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"	
n	3 4 5 6 7 8 9 10
IA	0.525 0.882 1.115 1.252 1.341 1.404 1.452 1.484

Fuente: Aguaron y Moreno - Jiménez, 2001.

METODOLOGÍA CENEPRED																						
DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACION																						
PESOS PONDERADOS PARA LA EXPOSICION SOCIAL, FRAGILIDAD SOCIAL Y RESILIENCIA SOCIAL																						
A.) Determinación de vectores de Priorización- EXPOSICION SOCIAL																						
A.1.) Matriz de comparación de Pares																						
DESCRIPTOR	GRUPO ETAREO	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	SERVICIOS DE SALUD TERCARIOS																			
GRUPO ETAREO	1.00	2.00	5.00																			
SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	0.50	1.00	5.00																			
SERVICIOS DE SALUD TERCARIOS	0.20	0.20	1.00																			
SUMA TOTAL	1.70	3.20	11.00																			
1/SUMA	0.588	0.313	0.091																			
A.2) Matriz de normalización de Pares																						
DESCRIPTOR	GRUPO ETAREO	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	SERVICIOS DE SALUD TERCARIOS	VECTOR DE PRIORIZ																		
GRUPO ETAREO	0.588	0.625	0.455	0.556																		
SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	0.294	0.313	0.455	0.354																		
SERVICIOS DE SALUD TERCARIOS	0.118	0.063	0.091	0.090																		
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización																						
Mmult=	1.00 0.50 0.20	2.00 1.00 0.20	5.00 5.00 1.00	=	1.715 1.083 0.272																	
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización																						
P =	1.715 1.083 0.272	÷	0.556 0.354 0.090	=	3.085 3.063 3.014																	
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relacion de Consistencia																						
$\lambda =$ Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$ $RC = \frac{IC}{IA}$			<table border="1"> <tr> <td>n</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IA</td> <td>0.525</td> <td>0.682</td> <td>1.115</td> <td>1.252</td> <td>1.341</td> <td>1.404</td> <td>1.452</td> <td>1.484</td> </tr> </table> <p>Fuente: Aguilar y Moreno – Jiménez, 2001.</p>	n	3	4	5	6	7	8	9	10	IA	0.525	0.682	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484
n	3	4	5	6	7	8	9	10														
IA	0.525	0.682	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484														
Finalmente se determinan los valores:																						
$\lambda =$	3.054																					
IC =	0.027																					
IA =	0.525																					
RC =	0.0513	<	0.10	OK																		
Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales																						

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION			
B.) Determinación de vectores de Priorización- FRAGILIDAD SOCIAL			
B.1.) Matriz de comparación de Pares			
DESCRIPTOR	ABSATECIMIENTO DE AGUA	SERVICIOS HIGIÉNICOS	TIPO DE ALUMBRADO
ABSATECIMIENTO DE AGUA	1.00	2.00	3.00
SERVICIOS HIGIÉNICOS	0.50	1.00	3.00
TIPO DE ALUMBRADO	0.33	0.33	1.00
SUMA TOTAL	1.83	3.33	7.00
1/SUMA	0.545	0.300	0.143
B.2.) Matriz de normalización de Pares			
DESCRIPTOR	ABSATECIMIENTO DE AGUA	SERVICIOS HIGIÉNICOS	TIPO DE ALUMBRADO
ABSATECIMIENTO DE AGUA	0.545	0.600	0.429
SERVICIOS HIGIÉNICOS	0.273	0.300	0.429
TIPO DE ALUMBRADO	0.182	0.100	0.143
B.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización			
Mmult=	1.00 2.00 3.00	0.525 0.334 0.142	1.617 1.021 0.428
	0.50 1.00 3.00	=	
	0.33 0.33 1.00		
B.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización			
P =	1.617 0.525 3.082	1.021 0.334 3.058	0.428 0.142 3.021
	÷	=	Donde: λ = 3.054
B.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia			
$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$ $RC = \frac{IC}{IA}$			
Finalmente se determinan los valores:			
λ =	3.054		
IC =	0.027		
IA =	0.525		
RC =	0.0513	<	0.10
	OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales	

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.662	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguajón y Moreno – Jiménez, 2001.

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION				
C.) Determinación de vectores de Priorización- RESILIENCIA SOCIAL				
C.1.) Matriz de comparación de Pares				
DESCRIPTOR	Conocimiento sobre desastres pasados	Capacitación en temas de desastres	Beneficios de programas sociales	
Conocimiento sobre desastres pasados	1.00	0.20	0.25	
Capacitación en temas de desastres	5.00	1.00	3.00	
Beneficios de programas sociales	4.00	0.33	1.00	
SUMA TOTAL	10.00	1.53	4.25	
1/ SUMA	0.100	0.652	0.235	
C.2) Matriz de normalización de Pares				
DESCRIPTOR	Conocimiento sobre desastres pasados	Capacitación en temas de desastres	Beneficios de programas sociales	VECTOR DE PRIORIZ
Conocimiento sobre desastres pasados	0.100	0.130	0.059	0.096
Capacitación en temas de desastres	0.500	0.652	0.706	0.619
Beneficios de programas sociales	0.400	0.217	0.235	0.284
C.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización				
Mmult=	1.00 0.20 0.25	0.096	0.291	
	5.00 1.00 3.00	0.619	1.954	
	4.00 0.33 1.00	0.284	0.876	
C.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización				
P =	0.291	3.022	Donde:	
	1.954	3.155	λ	3.087
	0.876	3.083	=	
AC5) Se determina el índice de Consistencia y relacion de Consistencia				
λ =Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = \frac{IC}{IA}$	Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"	
			n	3 4 5 6 7 8 9 10
			IA	0.525 0.882 1.115 1.252 1.341 1.404 1.452 1.484
Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.				
Finalmente se determinan los valores:				
$\lambda =$	3.087			
IC =	0.043			
IA =	0.525			
RC =	0.0826	<	0.10	OK Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales

B) DETERMINACION DE VECTORES PARA LA DIMENSION SOCIAL											
B.1) Se determina el vector resultante para el grupo EXPOSICION SOCIAL, los pesos fueron determinados anteriormente											
EXPOSICION SOCIAL= (GRUPO ETAREO x 0.556) + (SERVICIOS EDUCAT. EXPUESTOS x 0.354)+ (SERVICIOS DE SALUD TERCARIOS x 0.090)											
ES =	0.459	x	0.556	+	0.458	x	0.354	+	0.450	x	0.090
	0.259				0.263				0.277		
	0.150				0.178				0.147		
	0.085				0.069				0.081		
	0.047				0.033				0.045		
	0.255				0.162				0.0405		
	0.144				0.093				0.0249		
	0.083		+		0.063		+		0.0132		
	0.047				0.024				0.0073		
	0.026				0.012				0.0040		
ES=	0.458										
	0.262										
	0.160										
	0.079										
	0.042										
B.2) Se determina el vector resultante para el grupo FRAGILIDAD SOCIAL, los pesos fueron determinados anteriormente											
FRAGILIDAD SOCIAL= (ABAST. AGUA x 0.525) + (SERVICIOS HIGIENICOS x 0.334)+ (TIPO DE ALUMBRADOx 0.142)											
FS =	0.490	x	0.525	+	0.541	x	0.334	+	0.545	x	0.142
	0.259				0.233				0.229		
	0.131				0.121				0.126		
	0.082				0.068				0.066		
	0.038				0.037				0.034		
	0.257				0.181				0.0774		
	0.136				0.078				0.0325		
	0.069		+		0.040		+		0.0179		
	0.043				0.023				0.0094		
	0.020				0.012				0.0048		
FS=	0.515										
	0.247										
	0.127										
	0.075										
	0.037										

B.3) Se determina el vector resultante para el grupo RESILIENCIA SOCIAL, los pesos fueron determinados anteriormente											
RESILIENCIA SOCIAL= (CONOCIMIENTO SOBRE DESASTRES PASADOS x 0.096) + (CAPACITACION EN DESASTRES x 0.619)+ (BENEFICIARIOS PROG.SOCIALES x 0.284)											
RS =	0.460	x	0.096	+	0.498	x	0.619	+	0.397	x	0.284
	0.251				0.257				0.298		
	0.167				0.132				0.176		
	0.080				0.081				0.102		
	0.042				0.033				0.027		
RS=	0.044				0.308				0.1128		
	0.024				0.159				0.0845		
	0.016		+		0.082		+		0.0500		
	0.008				0.050				0.0289		
	0.004				0.020				0.0077		
RS=	0.465										
	0.267										
	0.148										
	0.087										
	0.032										
C) DETERMINACION FINAL DEL VECTOR DE VULNERABILIDAD SOCIAL											
VECTOR VULN. SOCIAL = (VALOR VECTOR EXPOSIC. SOCIAL x 0.193) + (VALOR VECTOR FRAG. SOCIAL x 0.724) + (VALOR VECTOR RESILIENCIA SOCIAL x 0.083)											
VS =	0.458	x	0.193	+	0.515	x	0.724	+	0.465	x	0.083
	0.262				0.247				0.267		
	0.160				0.127				0.148		
	0.079				0.075				0.087		
	0.042				0.037				0.032		
VS =	0.0884				0.3730				0.039		
	0.0505		+		0.1785		+		0.022		
	0.0308				0.0920				0.012		
	0.0153				0.0543				0.007		
	0.0080				0.0269				0.003		
Vuln. Social =	0.500										
	0.251										
	0.135										
	0.077										
	0.038										

5.1.3.1.2. Vulnerabilidad Tipo Económica

METODOLOGÍA CENEPRED															
DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACION															
FACTOR : SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO															
A.) Determinación de vectores de Priorización															
A.1.) Matriz de comparación de Pares															
DESCRIPTOR	Mayor del 75% con servicio de agua potable	Entre 50-75 % con servicio de agua potable	Entre 25-50 % con servicio de agua potable	Entre 10-25 % con servicio de agua potable	Menor al 10% con servicio de agua potable										
	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00										
	Entre 50-75 % con servicio de agua potable	1.00	3.00	4.00	5.00										
	Entre 25-50 % con servicio de agua potable	0.33	1.00	3.00	4.00										
	Entre 10-25 % con servicio de agua potable	0.25	0.33	1.00	3.00										
	Menor al 10% con servicio de agua potable	0.20	0.25	1.00	3.00										
	SUMA TOTAL	1.95	8.58	13.33	19.00										
	1/ SUMA	0.513	0.117	0.075	0.053										
A.2) Matriz de normalización de Pares															
DESCRIPTOR	Mayor del 75% con servicio de agua potable	Entre 50-75 % con servicio de agua potable	Entre 25-50 % con servicio de agua potable	Entre 10-25 % con servicio de agua potable	Menor al 10% con servicio de agua potable										
	0.513	0.627	0.466	0.375	0.316										
	Entre 50-75 % con servicio de agua potable	0.171	0.209	0.300	0.263										
	Entre 25-50 % con servicio de agua potable	0.128	0.070	0.225	0.211										
	Entre 10-25 % con servicio de agua potable	0.103	0.052	0.075	0.158										
	Menor al 10% con servicio de agua potable	0.085	0.042	0.025	0.053										
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización															
	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00										
	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00										
	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00										
	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00										
	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00										
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización															
	2.542	0.459	0.259	0.150	0.085										
	1.437	0.259	0.150	0.085	0.047										
	0.794	0.150	0.085	0.047	0.0241										
	0.432	0.085	0.047	0.0241	0.0068										
	0.241	0.047	0.0241	0.0068	0.0019										
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia															
	$\lambda = \text{Promedio matriz P}$	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = \frac{IC}{IA}$												
Finalmente se determinan los valores:															
	$\lambda =$	5.321													
	IC =	0.080													
	IA =	1.115													
	RC =	0.0719	<	0.10	OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales									

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.682	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno - Jiménez, 2001.

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

Donde:
 $\lambda =$ 5.321
(Promedio matriz P)

METODOLOGÍA CENEPRED										
DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION										
FACTOR : MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES										
A.) Determinación de vectores de Priorización										
A.1.) Matriz de comparación de Pares										
DESCRIPTOR	Ladrillo o bloque de cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Adobe	Tapial	Piedra con mortero de barro	Quincha- caña de barro				
Ladrillo o bloque de cemento	1.00		4.00	5.00	7.00	9.00				
Adobe	0.25	1.00	1.00	3.00	4.00	5.00				
Tapial	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00	4.00				
Piedra con mortero de barro	0.14	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00				
Quincha- caña de barro	0.11	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00				
SUMA TOTAL	1.70	5.78	9.58	15.33	22.00	22.00				
1/ SUMA	0.587	0.173	0.104	0.065	0.045	0.045				
A.2) Matriz de normalización de Pares										
DESCRIPTOR	Ladrillo o bloque de cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Adobe	Tapial	Piedra con mortero de barro	Quincha- caña de barro	Vector de Priorización			
Ladrillo o bloque de cemento	0.587	0.692	0.522	0.522	0.457	0.409	0.533			
Adobe	0.147	0.313	0.313	0.313	0.261	0.227	0.224			
Tapial	0.117	0.058	0.104	0.104	0.196	0.182	0.131			
Piedra con mortero de barro	0.084	0.043	0.035	0.035	0.065	0.136	0.073			
Quincha- caña de barro	0.065	0.035	0.026	0.026	0.022	0.045	0.039			
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización										
	1.00	4.00	5.00	7.00	9.00		0.533			
	0.25	1.00	3.00	4.00	5.00		0.224		2.943	
Mmult=	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00	x	0.131		1.235	
	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00		0.073		0.685	
	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00		0.039		0.365	
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización										
	2.943	0.533	5.520							
	1.235	0.224	5.511							
P =	0.685	0.131	5.216							
	0.365	0.073	5.015							
	0.200	0.039	5.173							
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia										
$\lambda =$ Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$					IC	RC = IA			
Finalmente se determinan los valores:										
$\lambda =$	5.287									
IC =	0.072									
IA =	1.115									
RC =	0.0644	<	0.10	OK						
Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales										

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.

METODOLOGÍA CENEPRED															
DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACION															
FACTOR : ACTIVIDAD PRINCIPAL DEL JEFE DE HOGAR															
A.) Determinación de vectores de Priorización															
A.1.) Matriz de comparación de Pares															
DESCRIPTOR	Agricultura, ganadería y pesca	Comercio al por mayor y menos	Empresas de servicios	Hospedajes y restaurantes	Otros										
Agricultura, ganadería y pesca	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00										
Comercio al por mayor y menos	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00										
Empresas de servicios	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00										
Hospedajes y restaurantes	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00										
Otros	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00										
SUMA TOTAL	2.18	3.70	7.53	14.33	22.00										
1/ SUMA	0.460	0.270	0.133	0.070	0.045										
A.2) Matriz de normalización de Pares															
DESCRIPTOR	Agricultura, ganadería y pesca	Comercio al por mayor y menos	Empresas de servicios	Hospedajes y restaurantes	Otros	Vector de Priorización									
Agricultura, ganadería y pesca	0.460	0.541	0.398	0.349	0.318	0.413									
Comercio al por mayor y menos	0.230	0.270	0.398	0.349	0.273	0.304									
Empresas de servicios	0.153	0.090	0.133	0.209	0.227	0.163									
Hospedajes y restaurantes	0.092	0.054	0.044	0.070	0.136	0.079									
Otros	0.066	0.045	0.027	0.023	0.045	0.041									
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización															
	2.00	3.00	5.00	7.00											
	1.00	3.00	5.00	6.00	2.193										
	0.50	1.00	3.00	5.00	1.642										
	0.33	1.00	3.00	5.00	0.845										
	0.20	0.33	1.00	3.00	0.400										
	0.14	0.17	0.20	1.00	0.079										
				0.33	0.041										
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización															
	0.413	5.310													
	0.304	5.400													
	0.163	5.201													
	0.079	5.051													
	0.041	5.093													
Donde:															
$\lambda =$ (Promedio matriz P) = 5.211															
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia															
$\lambda = \text{Promedio matriz P}$															
$IC = \frac{(\lambda_{max} - \lambda)}{(n - 1)}$															
Finalmente se determinan los valores:															
$\lambda = 5.211$															
$IC = 0.053$															
$IA = 1.115$															
$RC = 0.0473$															
$RC < 0.10$															
OK Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales															

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.

METODOLOGÍA CENEPEED									
DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION									
PESOS PONDERADOS PARA LA EXPOSICION ECONOMICA, FRAGILIDAD ECONOMICAL Y RESILIENCIA ECONOMICA									
A.) Determinación de vectores de Priorización- EXPOSICION ECONOMICA									
A.1.) Matriz de comparación de Pares									
DESCRIPTOR	Servicio agua potable y saneamiento	Servicio agua potable y saneamiento	Area Agrícola	Servicio de telecomunicaciones					
	Servicio agua potable y saneamiento	1.00	4.00	7.00					
	Area Agrícola	0.25	1.00	4.00					
	Servicio de telecomunicaciones	0.14	0.25	1.00					
	SUMA TOTAL	1.39	5.25	12.00					
	1/ SUMA	0.718	0.190	0.083					
A.2.) Matriz de normalización de Pares									
DESCRIPTOR	Servicio agua potable y saneamiento	Servicio agua potable y saneamiento	Area Agrícola	Servicio de telecomunicaciones				VECTOR DE PRIORIZ	
	Servicio agua potable y saneamiento	0.718	0.762	0.583				0.688	
	Area Agrícola	0.179	0.190	0.333				0.234	
	Servicio de telecomunicaciones	0.103	0.048	0.083				0.078	
A.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización									
	1.00	4.00	7.00	0.688				2.170	
	0.25	1.00	4.00	0.234	=			0.718	
	0.14	0.25	1.00	0.078				0.235	
A.4.) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización									
	2.170			3.156				Donde:	
	0.718	÷		3.062	=			λ	=
	0.235			3.015					3.077
A.5.) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia									
λ =Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	IC	$RC = \frac{IC}{IA}$						
Finalmente se determinan los valores:									
	$\lambda =$	3.077							
	IC =	0.039							
	IA =	0.525							
	RC =	0.0738	<	0.10				OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION			
B.) Determinación de vectores de Priorización- FRAGILIDAD ECONOMICA			
B.1.) Matriz de comparación de Pares			
DESCRIPTOR	Material predominante en paredes	Material predominante en techos	Estado de conservación
Material predominante en paredes	1.00	2.00	3.00
Material predominante en techos	0.50	1.00	2.00
Estado de conservación	0.33	0.50	1.00
SUMA TOTAL	1.83	3.50	6.00
1/ SUMA	0.545	0.286	0.167
B.2.) Matriz de normalización de Pares			
DESCRIPTOR	Material predominante en paredes	Material predominante en techos	Estado de conservación
Material predominante en paredes	0.545	0.571	0.500
Material predominante en techos	0.273	0.286	0.333
Estado de conservación	0.182	0.143	0.167
B.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización			
Mmult=	1.00 2.00 3.00	0.539	1.625
	0.50 1.00 2.00	0.297	0.894
	0.33 0.50 1.00	0.164	0.492
		=	
B.4.) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización			
P =	1.625 3.015	3.008	3.009
	0.894 3.008	3.004	=
	0.492 3.004		
	÷	=	
			Donde:
			λ
B.5.) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia			
λ =Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	IC	10
		RC = IA	1.484
Finalmente se determinan los valores:			
$\lambda =$	3.009		
IC =	0.005		
IA =	0.525		
RC =	0.0088	<	0.10
	OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales	

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno - Jiménez, 2001.

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION									
C.) Determinación de vectores de Priorización- RESILIENCIA ECONOMICA									
C.1.) Matriz de comparación de Pares									
DESCRIPTOR	Ingreso promedio familiar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar
Ingreso promedio familiar	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Actividad principal del jefe de hogar	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ocupación del jefe de hogar	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
SUMA TOTAL	1.58	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
1/ SUMA	0.632	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231
C.2) Matriz de normalización de Pares									
DESCRIPTOR	Ingreso promedio familiar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar	Actividad principal del jefe de hogar
Ingreso promedio familiar	0.632	0.692	0.692	0.692	0.692	0.692	0.692	0.692	0.692
Actividad principal del jefe de hogar	0.211	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231
Ocupación del jefe de hogar	0.158	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
C.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización									
Mmult=	1.00	3.00	4.00	0.608	1.904	0.608	1.904	0.608	1.904
	0.33	1.00	3.00	0.272	0.835	0.272	0.835	0.272	0.835
	0.25	0.33	1.00	0.120	0.363	0.120	0.363	0.120	0.363
C.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización									
P =	1.904	0.608	3.132	3.132	3.132	3.132	3.132	3.132	3.132
	0.835	0.272	3.067	3.067	3.067	3.067	3.067	3.067	3.067
	0.363	0.120	3.023	3.023	3.023	3.023	3.023	3.023	3.023
AC5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia									
$\lambda = \text{Promedio matriz P}$	$\frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	IC	RC	IC	RC	IC	RC	IC	RC
		$\frac{IC}{IA}$	$\frac{RC}{IA}$						
Finalmente se determinan los valores:									
$\lambda =$	3.074								
IC =	0.037								
IA =	0.525								
RC =	0.0706	<	0.10	OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales				

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno - Jiménez, 2001.

METODOLOGÍA CENEPRED		DETERMINACIÓN DEL VECTOR DE VULNERABILIDAD ECONOMICA	
		SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	
	EXPOSICIÓN ECONOM.	ÁREA AGRÍCOLA	
		SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	
	FRAGILIDAD ECONOM.	MATERIAL PREDOMINANTE PAREDES	
		MATERIAL PREDOMINANTE TECHOS	
		ESTADO DE CONSERVACIÓN	
	RESILIENCIA ECONOM	INGRESO PROMEDIO FAMILIAR	
		ACTIVIDAD PRINCIPAL DEL JEFE DE HOGAR	
		OCCUPACIÓN DEL JEFE DE HOGAR	
A.1.) Matriz de comparación de Pares			
DESCRIPTOR	EXPOSICIÓN ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA
EXPOSICIÓN ECONOMICA	1.00	0.33	0.33
FRAGILIDAD ECONOMICA	3.00	1.00	2.00
RESILIENCIA ECONOMICA	3.00	0.50	1.00
SUMA TOTAL	7.00	1.83	3.33
1/ SUMA	0.143	0.545	0.300
A.2) Matriz de normalización de Pares			
DESCRIPTOR	EXPOSICIÓN ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA
EXPOSICIÓN ECONOMICA	0.143	0.182	0.100
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.429	0.545	0.600
RESILIENCIA ECONOMICA	0.429	0.273	0.300
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización			
Mmult=	1.00	0.33	0.142
	3.00	2.00	0.525
	3.00	1.00	0.334
			=
			0.428
			1.617
			1.021
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización			
P =	0.428	3.021	Donde:
	1.617	3.082	λ =
	1.021	3.058	=
			3.054
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia			
	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = \frac{IC}{IA}$	
Finalmente se determinan los valores:			
λ =	3.054		
IC =	0.027		
IA =	0.525		
RC =	0.0513	<	0.10
		OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"									
n	3	4	5	6	7	8	9	10	
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	

Fuente: Aguado y Moreno – Jiménez, 2001.

B) DETERMINACION DE VECTORES PARA LA DIMENSION ECONOMICA											
B.1) Se determina el vector resultante para el grupo EXPOSICION ECONOMICA, los pesos fueron determinados anteriormente											
EXPOSICION ECONOMICA= (SERV AGUA POTABLE x 0.688) + (AREA AGRICOLA x 0.234)+ (SERVICIOS DE TELECOM. x 0.078)											
E E =	0.459	x	0.688	+	0.452		0.234	+	0.402	x	0.078
	0.259				0.253				0.294		
	0.150				0.169				0.164		
	0.085				0.081				0.092		
	0.047				0.045				0.048		
E E =	0.316				0.106				0.0313		
	0.178				0.059				0.0229		
	0.103				0.040		+		0.0128		
	0.059				0.019				0.0072		
	0.032				0.010				0.0037		
E E =	0.453										
	0.260										
	0.156										
	0.085										
	0.046										
B.2) Se determina el vector resultante para el grupo FRAGILIDAD ECONOMICA, los pesos fueron determinados anteriormente											
FRAGILIDAD ECONOMICA= (MAT. PREDOMIN. PAREDES x 0.539) + (MAT. PRED. TECHOS x 0.297)+ (ESTADO CONSERV. x 0.164)											
F E =	0.533	x	0.539	+	0.490	x	0.297	+	0.476	x	0.164
	0.224				0.251				0.312		
	0.131				0.164				0.118		
	0.073				0.062				0.061		
	0.039				0.033				0.032		
F E =	0.287				0.146				0.0781		
	0.121				0.074				0.0512		
	0.071				0.049		+		0.0194		
	0.039				0.018				0.0101		
	0.021				0.010				0.0052		
F E =	0.511										
	0.246										
	0.139										
	0.068										
	0.036										

B.3) Se determina el vector resultante para el grupo RESILIENCIA ECONOMICA, los pesos fueron determinados anteriormente											
RESILIENCIA ECONOMICA= (INGRESO PROM. FAMILIAR x 0.096) + (ACTIV. PRINCIP. JEFE DE HOGAR x 0.619)+ (OCUPAC. JEFE DE HOGAR x 0.284)											
RE=	0.408	x	0.608	+	0.413	x	0.272	+	0.499	x	0.120
	0.286				0.304				0.244		
	0.173				0.163				0.145		
	0.094				0.079				0.081		
	0.039				0.041				0.031		
RE=	0.248				0.112				0.0598		
	0.174				0.083				0.0293		
	0.105		+		0.044		+		0.0174		
	0.057				0.022				0.0097		
	0.023				0.011				0.0037		
RE=	0.420										
	0.286										
	0.167										
	0.089										
	0.038										
C) DETERMINACION FINAL DEL VECTOR DE VULNERABILIDAD ECONOMICA											
VECTOR VULN. ECONOMICA = (VALOR VECTOR EXPOSIC. ECONOM. x 0.142) + (VALOR VECTOR FRAG. ECONOM. x 0.525) + (VALOR VECTOR RESILIENCIA ECONOM. x 0.334)											
VE=	0.453	x	0.142	+	0.511	x	0.525	+	0.465	x	0.334
	0.260				0.246				0.267		
	0.156				0.139				0.148		
	0.085				0.068				0.087		
	0.046				0.036				0.032		
VE=	0.0644				0.2683				0.155		
	0.0369		+		0.1294		+		0.089		
	0.0221				0.0730				0.049		
	0.0120				0.0355				0.029		
	0.0066				0.0188				0.011		
Vuln. Econom. =	0.488										
	0.256										
	0.144										
	0.076										
	0.036										

5.1.3.1.3. Vulnerabilidad Tipo Ambiental

METODOLOGÍA CENEPREDE															
DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACIÓN															
FACTOR : PÉRDIDA DE AGUA															
A.) Determinación de vectores de Priorización															
A.1.) Matriz de comparación de Pares															
DESCRIPTOR		Agricultura, demanda agrícola y pérdida de aguas		Prácticas de consumo poblacional, fugas en redes		Prácticas de uso del cauce y márgenes en graves problemas		Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales		Consumo industrial, y minero, pérdidas por fugas y otros					
Agricultura, demanda agrícola y pérdida de aguas		1.00		3.00		4.00		5.00		6.00					
Prácticas de consumo poblacional, fugas en redes		0.33		1.00		3.00		4.00		5.00					
Prácticas de uso del cauce y márgenes en graves problemas		0.25		0.33		1.00		3.00		4.00					
Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales		0.20		0.25		0.33		1.00		3.00					
Consumo industrial, y minero, pérdidas por fugas y otros		0.17		0.20		0.25		0.33		1.00					
SUMA TOTAL		1.95		4.78		8.58		13.33		19.00					
1/ SUMA		0.513		0.209		0.117		0.075		0.053					
A.2) Matriz de normalización de Pares															
DESCRIPTOR		Agricultura, demanda agrícola y pérdida de aguas		Prácticas de consumo poblacional, fugas en redes		Prácticas de uso del cauce y márgenes en graves problemas		Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales		Consumo industrial, y minero, pérdidas por fugas y otros				Vector de Priorización	
Agricultura, demanda agrícola y pérdida de aguas		0.513		0.627		0.466		0.375		0.316				0.459	
Prácticas de consumo poblacional, fugas en redes		0.171		0.209		0.350		0.300		0.263				0.259	
Prácticas de uso del cauce y márgenes en graves problemas		0.128		0.070		0.117		0.225		0.211				0.150	
Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales		0.103		0.052		0.039		0.075		0.158				0.085	
Consumo industrial, y minero, pérdidas por fugas y otros		0.085		0.042		0.029		0.025		0.053				0.047	
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización															
		1.00		3.00		4.00		5.00		6.00		0.459		2.542	
		0.33		1.00		3.00		4.00		5.00		0.259		1.437	
Mmult=		0.25		0.33		1.00		3.00		4.00		0.150		0.794	
		0.20		0.25		1.00		3.00		4.00		0.085		0.432	
		0.17		0.20		0.25		0.33		1.00		0.047		0.241	
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización															
		2.542		5.534		5.534		5.534		5.534		5.534		5.534	
		1.437		0.259		0.150		0.085		0.047		0.047		0.047	
P =		0.794		+		=		=		=		=		=	
		0.432		5.295		5.067		5.067		5.067		5.067		5.067	
		0.241		5.149		5.149		5.149		5.149		5.149		5.149	
A.5) Se determina el índice de consistencia y relación de consistencia															
$\lambda =$ Promedio matriz P		$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}$		$RC = \frac{IC}{IA}$											
		5.321		0.080		1.115									
Finalmente se determinan los valores:															
$\lambda =$		5.321													
IC =		0.080													
IA =		1.115													

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguado y Moreno – Jiménez, 2001.

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION										
FACTOR: EXPLOTACION DE RECURSOS NATURALES										
A.) Determinación de vectores de Priorización										
A.1.) Matriz de comparación de Pares										
DESCRIPTOR	Prácticas de consumo, uso del cauce con asesoramiento capacitado	Prácticas de conservación, uso del cauce con nulo asesoramiento	Prácticas negligentes periódicas o estacionales	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas de degradación, deterioro de recursos	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas de degradación, deterioro de recursos	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas de degradación, deterioro de recursos
Prácticas de consumo, uso del cauce con asesoramiento capacitado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00		7.00	9.00		
Prácticas de conservación, uso del cauce con nulo asesoramiento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00		5.00	7.00		
Prácticas negligentes periódicas o estacionales	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00		3.00	5.00		
Prácticas negligentes de degradación y deterioro continuo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00		1.00	3.00		
Prácticas de degradación, deterioro de recursos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00		0.33	1.00		
SUMA TOTAL	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00		16.33	25.00		
1/ SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040		0.061	0.040		
A.2.) Matriz de normalización de Pares										
DESCRIPTOR	Prácticas de consumo, uso del cauce con asesoramiento capacitado	Prácticas de conservación, uso del cauce con nulo asesoramiento	Prácticas negligentes periódicas o estacionales	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas de degradación, deterioro de recursos	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas de degradación, deterioro de recursos	Prácticas negligentes de deterioro continuo	Prácticas de degradación, deterioro de recursos
Prácticas de consumo, uso del cauce con asesoramiento capacitado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360		0.429	0.360		0.503
Prácticas de conservación, uso del cauce con nulo asesoramiento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280		0.306	0.280		0.260
Prácticas negligentes periódicas o estacionales	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200		0.184	0.200		0.134
Prácticas negligentes de degradación y deterioro continuo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120		0.061	0.120		0.068
Prácticas de degradación, deterioro de recursos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040		0.020	0.040		0.035
A.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización										
Mmult=	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00		0.503	2.743		
	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00		0.260	1.414		
	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	x	0.134	0.699		
	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00		0.068	0.341		
	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00		0.035	0.177		
A.4.) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización										
	2.743	0.503	5.455	5.432	5.455					
	1.414	0.260	5.432	5.204	5.432					
P =	0.699	0.134	5.204	5.030	5.030					
	0.341	0.068	5.030	5.093	5.093					
	0.177	0.035	5.093							
A.5.) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia										
IC = $\frac{\lambda - P}{(\lambda - 1)}$										
RC = $\frac{IC}{IA}$										
Finalmente se determinan los valores:										
$\lambda =$	5.243									
IC =	0.061									
IA =	1.115									
RC =	0.0544									

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguilar y Moreno - Jiménez, 2001.

Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales

METODOLOGÍA CENEPRED		DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACIÓN		FACTOR: CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL											
A.1) Determinación de vectores de Priorización		A.1.1) Matriz de comparación de Pares		La población se capacita constantemente, difusión y cobertura total		La población se capacita constantemente, difusión y cobertura total		La población se capacita constantemente, difusión y cobertura mayoritaria		La población se capacita con frecuencia, difusión parcial		La población escasamente capacitada, difusión escasa		La totalidad de la población no recibe capacitaciones	
DESCRIPTOR		La población se capacita constantemente, difusión y cobertura total		1.00		3.00		0.642		0.472		5.00		7.00	
La población se capacita constantemente, difusión mayoritaria		0.33		1.00		0.642		0.472		3.00		5.00		7.00	
La población se capacita con frecuencia, difusión parcial		0.25		0.33		0.214		0.354		1.00		3.00		7.00	
La población escasamente capacitada, difusión escasa		0.20		0.20		0.071		0.209		0.33		1.00		3.00	
La totalidad de la población no recibe capacitaciones		0.14		0.14		0.043		0.039		0.14		0.33		1.00	
SUMA TOTAL		1.93		4.68		0.031		0.017		8.48		14.33		25.00	
1/ SUMA		0.519		0.214		0.031		0.017		0.070		0.070		0.040	
A.2) Matriz de normalización de Pares		In se capacita constantemente, difusión y cobin se capacita constantemente, difusión in se capacita con frecuencia, difusión escasamente capacitada, difusión de la población no recibe capacit		0.519		0.642		0.472		0.349		0.280		0.452	
DESCRIPTOR		La población se capacita constantemente, difusión y cobertura total		0.519		0.642		0.472		0.349		0.280		0.452	
La población se capacita constantemente, difusión mayoritaria		0.173		0.214		0.071		0.209		0.349		0.280		0.274	
La población se capacita con frecuencia, difusión parcial		0.130		0.130		0.043		0.039		0.209		0.280		0.162	
La población escasamente capacitada, difusión escasa		0.104		0.104		0.043		0.039		0.070		0.120		0.075	
La totalidad de la población no recibe capacitaciones		0.074		0.074		0.031		0.017		0.023		0.040		0.037	
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización		1.00		3.00		4.00		5.00		7.00		0.452		2.555	
Mmult=		0.33		1.00		3.00		5.00		7.00		0.274		1.544	
		0.25		0.33		1.00		3.00		7.00		0.162		0.850	
		0.20		0.33		1.00		3.00		7.00		0.075		0.385	
		0.14		0.14		0.33		1.00		7.00		0.037		0.189	
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización		2.555		0.452		5.650		5.637		5.259		5.126		5.109	
P =		1.544		0.274		5.637		5.259		5.126		5.109		5.109	
		0.850		0.162		5.259		5.126		5.109		5.109		5.109	
		0.385		0.075		5.126		5.109		5.109		5.109		5.109	
		0.189		0.037		5.109		5.109		5.109		5.109		5.109	
A.5) Se determina el índice de Consistencia y relación de Consistencia		λ = P/promedio matriz P		IC = (λ _{max} - n) / (n - 1)		RC = IC / IA									
Finalmente se determinan los valores:		λ = 5.356		IC = 0.089		IA = 1.115		RC = 0.0798		<		0.10		OK	
		IC = 0.089		IA = 1.115		RC = 0.0798		<		0.10		OK		Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales	

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION		RESILIENCIA AMBIENTAL	
C.) Determinación de vectores de Priorización- RESILIENCIA AMBIENTAL			
C.1.) Matriz de comparación de Pares			
DESCRIPTOR	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	Conocim. Ancestral para explotación sostenible
Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	1.00	3.00	5.00
Capacitación en temas de conservac. ambiental	0.33	1.00	3.00
Conocim. Ancestral para explotación sostenible	0.20	0.33	1.00
SUMA TOTAL	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.652	0.231	0.111
C.2.) Matriz de normalización de Pares			
DESCRIPTOR	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	Capacitación en temas de conservac. ambiental	VECTOR DE PRIORIZ
Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	0.652	0.692	0.556
Capacitación en temas de conservac. ambiental	0.217	0.231	0.333
Conocim. Ancestral para explotación sostenible	0.130	0.077	0.111
C.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización			
1.00	3.00	5.00	0.633
0.33	1.00	3.00	0.260
0.20	0.33	1.00	0.106
C.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización			
1.946	0.633	3.072	Donde:
0.790	0.260	3.033	λ
0.320	0.106	3.011	=
C.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia			
$\lambda =$ Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = \frac{IC}{IA}$	
$\lambda =$ 3.039	$IC =$ 0.019	$RC =$ 0.0369	
$IC =$ 0.019	$IA =$ 0.525	$RC =$ 0.0369	
$IA =$ 0.525	$RC =$ 0.0369	$<$ 0.10	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales
$RC =$ 0.0369	$<$ 0.10	OK	

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION									
B.) Determinación de vectores de Priorización- FRAGILIDAD AMBIENTAL									
B.1.) Matriz de comparación de Pares									
DESCRIPTOR		Localización de centros poblados	Explotación de recursos naturales						
Localización de centros poblados		1.00	3.00						
Explotación de recursos naturales		0.33	1.00						
SUMA TOTAL		1.33	4.00						
1/ SUMA		0.750	0.250						
B.2) Matriz de normalización de Pares									
DESCRIPTOR		Localización de centros poblados	Explotación de recursos naturales	VECTOR DE PRIORIZ					
Localización de centros poblados		0.750	0.750	0.750					
Explotación de recursos naturales		0.250	0.250	0.250					
B.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización									
Mmult=	1.00	3.00	x	0.750	1.500				
	0.33	1.00	=	0.250	0.500				
B.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización									
P =	1.500	÷	0.750	=	2.000000	Donde:			
	0.500		0.250		2.000000	λ	=	2.000	
B.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia									
λ =Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$		$RC = \frac{IC}{IA}$						
	n	3	4	5	6	7	8	9	10
	IA	0.525	0.882	1.115	1.232	1.341	1.404	1.452	1.484

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

Fuente: Aguaron y Moreno - Jiménez, 2001.

DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION									
C.) Determinación de vectores de Priorización- RESILIENCIA AMBIENTAL									
C.1.) Matriz de comparación de Pares									
DESCRIPTOR	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental			Capacitación en temas de conservac. ambiental	Conocim. Ancestral para explotación sostenible				
Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	1.00			3.00	5.00				
Capacitación en temas de conservac. ambiental	0.33			1.00	3.00				
Conocim. Ancestral para explotación sostenible	0.20			0.33	1.00				
SUMA TOTAL	1.53			4.33	9.00				
1/ SUMA	0.652			0.231	0.111				
C.2.) Matriz de normalización de Pares									
DESCRIPTOR	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental			Capacitación en temas de conservac. ambiental	Conocim. Ancestral para explotación sostenible			VECTOR DE PRIORIZ	
Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	0.652			0.692	0.556			0.633	
Capacitación en temas de conservac. ambiental	0.217			0.231	0.333			0.260	
Conocim. Ancestral para explotación sostenible	0.130			0.077	0.111			0.106	
C.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización									
	1.00	3.00	5.00	0.633		1.946			
Mmult=	0.33	1.00	3.00	0.260	=	0.790			
	0.20	0.33	1.00	0.106		0.320			
C.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización									
	1.946			3.072					
P =	0.790	÷		3.033	=				3.039
	0.320			3.011					
AC5) Se determina el índice de Consistencia y relación de Consistencia									
$\lambda = \text{Promedio matriz P}$	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$			$RC = \frac{IC}{IA}$					
Finalmente se determinan los valores:	$\lambda =$	3.039							
	IC =	0.019							
	IA =	0.525							
	RC =	0.0369	<	0.10					
				OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales				

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001.

B) DETERMINACION DE VECTORES PARA LA DIMENSION AMBIENTAL											
B.1) Se determina el vector resultante para el grupo EXPOSICION AMBIENTAL, los pesos fueron determinados anteriormente											
EXPOSICION AMBIENTAL = (DEFORESTACION x 0.074) + (PERDIDA DE SUELO x 0.283) + (PERDIDA DE AGUA x 0.643)											
E A=	0.432	x	0.074	+	0.476	x	0.283	+	0.459	x	0.643
	0.283				0.260				0.259		
	0.152				0.144				0.150		
	0.086				0.078				0.085		
	0.048				0.042				0.047		
	0.032				0.135				0.2954		
	0.021				0.074				0.1662		
	0.011		+		0.041		+		0.0964		
	0.006				0.022				0.0549		
	0.004				0.012				0.0301		
E A=	0.462										
	0.261										
	0.148										
	0.083										
	0.046										
B.2) Se determina el vector resultante para el grupo FRAGILIDAD AMBIENTAL, los pesos fueron determinados anteriormente											
FRAGILIDAD AMBIENTAL = (LOCALIZAC. DE CENTROS POBLADOS x 0.750) + (EXPLOTAC. DE RECURSOS NATURALES x 0.250)											
F A=	0.465	x	0.750	+	0.503	x	0.250				
	0.264				0.260						
	0.146				0.134						
	0.083				0.068						
	0.042				0.035						
	0.349				0.126						
	0.198				0.065						
	0.110		+		0.034						
	0.062				0.017						
	0.032				0.009						
F A=	0.474										
	0.263										
	0.143										
	0.079										
	0.040										

B.3) Se determina el vector resultante para el grupo RESILIENCIA AMBIENTAL, los pesos fueron determinados anteriormente											
RESILIENCIA AMBIENTAL= (CONOCIM. DE LA NORMA AMB. x 0.633) + (CAPACITAC. TEMAS DE CONSERV. AMB. x 0.260)+ (CONOCIM. ANCESTRAL PARA LA EXPLOT. x 0.106)											
R A=	0.463	x	0.633	+	0.452	x	0.260	+	0.452	x	0.106
	0.262				0.274				0.274		
	0.154				0.162				0.146		
	0.081				0.075				0.091		
	0.041				0.037				0.036		
R A=	0.293				0.118				0.0479		
	0.166				0.071				0.0291		
	0.097				0.042				0.0155		
	0.052				0.020				0.0097		
	0.026				0.010				0.0039		
R A=	0.458										
	0.266										
	0.155										
	0.081										
	0.039										
C) DETERMINACION FINAL DEL VECTOR DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL											
VECTOR VULN. AMBIENTAL= (VALOR VECTOR EXPOSIC. AMB. x 0.544) + (VALOR VECTOR FRAG.AMB. x 0.346) + (VALOR VECTOR RESILIENCIA AMB.x 0.110)											
V A =	0.462	x	0.544	+	0.474	x	0.346	+	0.465	x	0.110
	0.261				0.263				0.267		
	0.148				0.143				0.148		
	0.083				0.079				0.087		
	0.046				0.040				0.032		
V A =	0.2513				0.1642				0.051		
	0.1419				0.0910				0.029		
	0.0807				0.0496				0.016		
	0.0454				0.0273				0.010		
	0.0248				0.0140				0.004		
Vuln. Ambiental =	0.467										
	0.262										
	0.147										
	0.082										
	0.042										

METODOLOGÍA CENEPRED															
DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACIÓN															
FACTOR : FRECUENCIA															
A.) Determinación de vectores de Priorización															
A.1.) Matriz de comparación de Pares															
DESCRIPTOR	Mayor a 5 eventos por año	3.00	4.00	3.00	De 1-2 eventos por año	5.00	Menor a 1 evento por año	7.00							
	De 3- 4 eventos por año	1.00	3.00	1.00	De 2-3 eventos por año	4.00	De 1-2 eventos por año	5.00							
	De 2- 3 eventos por año	0.25	1.00	0.33	De 1-2 eventos por año	1.00	Menor a 1 evento por año	3.00							
	Menor de 1 evento por año	0.20	0.25	0.14	SUMA TOTAL	8.58	1/ SUMA	0.075							
		1.93	4.78	0.209											
		0.519	0.209	0.117											
A.2) Matriz de normalización de Pares															
DESCRIPTOR	Mayor a 5 eventos por año	0.519	0.627	0.466	De 1-2 eventos por año	0.375	Menor a 1 evento por año	0.350							
	De 3- 4 eventos por año	0.173	0.209	0.350	De 2-3 eventos por año	0.300	De 1-2 eventos por año	0.250							
	De 2- 3 eventos por año	0.130	0.070	0.117	De 1- 2 eventos por año	0.075	Menor a 1 evento por año	0.200							
	Menor de 1 evento por año	0.104	0.052	0.039											
		0.074	0.042	0.029											
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización															
	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00	0.467	2.557								
	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00	0.256	1.413								
Mmult=	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00	0.148	0.779	=							
	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00	0.084	0.423								
	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00	0.044	0.227								
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización															
	2.557	0.467	5.471												
	1.413	0.256	5.512												
P =	0.779	0.148	5.253	=											
	0.423	0.084	5.037												
	0.227	0.044	5.159												
Donde: λ = 5.286 (Promedio matriz P)															
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia															
	$\lambda =$	Promedio matriz P													
	$IC =$	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$													
	$IA =$	$RC = \frac{IC}{IA}$													
	$RC =$	0.10													
Finalmente se determinan los valores:															
	$\lambda =$	5.286													
	$IC =$	0.072													
	$IA =$	1.115													
	$RC =$	0.0642													
		<													
		OK													
		Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales													

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.282	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.

5.1.3.2. Peligro

METODOLOGIA CENEPRED										
DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION										
FACTOR : FRECUENCIA										
A.) Determinación de vectores de Priorización										
A.1.) Matriz de comparación de Pares										
DESCRIPTOR		Mayor a 5 eventos por año	De 3-4 eventos por año	De 2-3 eventos por año	De 1-2 eventos por año	Menor a 1 evento por año				
	Mayor a 5 eventos por año	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00				
	De 3- 4 eventos por año	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00				
	De 2- 3 eventos por año	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00				
	De 1- 2 eventos por año	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00				
	Menor de 1 evento por año	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00				
	SUMA TOTAL	1.93	4.78	8.58	13.33	20.00				
	1/ SUMA	0.519	0.209	0.117	0.075	0.050				
A.2) Matriz de normalización de Pares										
DESCRIPTOR		Mayor a 5 eventos por año	De 3-4 eventos por año	De 2-3 eventos por año	De 1-2 eventos por año	Menor a 1 evento por año	Vector de Priorización			
	Mayor a 5 eventos por año	0.519	0.627	0.466	0.375	0.350	0.4675			
	De 3- 4 eventos por año	0.173	0.209	0.350	0.300	0.250	0.2563			
	De 2- 3 eventos por año	0.130	0.070	0.117	0.225	0.200	0.1482			
	De 1- 2 eventos por año	0.104	0.052	0.039	0.075	0.150	0.0840			
	Menor de 1 evento por año	0.074	0.042	0.029	0.025	0.050	0.0440			
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización										
	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00					
	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00					
Mmult=	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00	x	0.467	2.557	1.413	
	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00		0.256	1.413	0.779	
	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00		0.148	0.779	0.423	
							0.084	0.423	0.227	
							0.044	0.227		
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización										
	2.557	5.471	5.512	5.253	5.037	5.159				
	1.413	5.512	5.512	5.253	5.037	5.159				
P =	0.779	5.253	5.253	5.037	5.037	5.159				
	0.423	5.037	5.037	5.037	5.037	5.159				
	0.227	5.159	5.159	5.159	5.159	5.159				
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia										
$\lambda =$ Promedio matriz P		$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$		$RC = \frac{IC}{IA}$						
Finalmente se determinan los valores:		$\lambda = 5.286$		$IC = 0.072$						
		$IA = 1.115$		$RC = 0.0642$						
		$RC <$		0.10						
		OK		Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales						

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguadón y Moreno – Jiménez, 2001.

METODOLOGÍA CENEPRED		DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACIÓN	
FACTOR : PRECIPITACION		FACTOR : PRECIPITACION	
A.) Determinación de vectores de Priorización			
A.1.) Matriz de comparación de Pares			
DESCRIPTOR		Muy Lluviosa	Lluvia usual
Extremadamente lluviosa	1.00	2.00	9.00
Muy Lluviosa	0.50	1.00	7.00
Lluviosa	0.25	0.33	5.00
Moderadamente lluviosa	0.20	0.20	3.00
Lluvia usual	0.11	0.14	1.00
SUMA TOTAL	2.06	3.68	27.00
1/SUMA	0.485	0.272	0.037
A.2) Matriz de normalización de Pares			
DESCRIPTOR		Muy Lluviosa	Lluvia usual
Extremadamente lluviosa	0.485	0.544	0.333
Muy Lluviosa	0.243	0.272	0.259
Lluviosa	0.121	0.091	0.259
Moderadamente lluviosa	0.097	0.054	0.111
Lluvia usual	0.054	0.039	0.037
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización			
	1.00	2.00	4.00
	0.50	1.00	3.00
	0.25	0.33	1.00
	0.20	0.20	0.20
	0.11	0.14	0.14
	5.00	9.00	7.00
	5.00	7.00	7.00
	1.00	7.00	3.00
	1.00	3.00	1.00
	0.430	0.430	0.430
	0.288	0.288	0.288
	0.179	0.179	0.179
	0.070	0.070	0.070
	0.033	0.033	0.033
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización			
	2.372	1.623	0.965
	0.349	0.171	0.037
	5.522	5.637	5.377
	5.023	5.114	5.023
	5.335	5.335	5.335
	5.335	5.335	5.335
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia			
	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = \frac{IC}{IA}$	
Finalmente se determinan los valores:			
	$\lambda = 5.335$		
	$IC = 0.084$		
	$IA = 1.115$		
	$RC = 0.0750$	<	0.10
	OK	Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales	

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguarión y Moreno - Jiménez, 2001.

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

METODOLOGÍA CENEPRÉD		DETERMINACIÓN DE VECTORES DE PRIORIZACIÓN														
FACTOR : PENDIENTE																
A.) Determinación de vectores de Priorización																
A.1.) Matriz de comparación de Pares																
DESCRIPTOR	Menor a 5°	Entre 5 a 15°	Entre 15 a 25°	Entre 25 a 45°	Mayor a 45°											
	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00											
	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00											
	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00											
	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00											
	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00											
SUMA TOTAL	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00											
1/ SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040											
A.2.) Matriz de normalización de Pares																
DESCRIPTOR	Menor a 5°	Entre 5 a 15°	Entre 15 a 25°	Entre 25 a 45°	Mayor a 45°	Vector de Priorización										
	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503										
	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260										
	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134										
	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068										
	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035										
A.3.) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización																
	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	0.503	2.743									
	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00	0.260	1.414									
	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	0.134	0.699									
	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00	0.068	0.341									
	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00	0.035	0.177									
A.4.) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización																
	2.743	1.414	0.699	0.341	0.177	5.455	5.432									
	0.260	0.134	0.068	0.035	0.035	5.204	5.030									
	0.699	0.341	0.177	0.088	0.044	5.093	5.093									
	0.134	0.068	0.035	0.017	0.009	5.093	5.093									
	0.068	0.035	0.017	0.009	0.005	5.093	5.093									
	0.035	0.017	0.009	0.005	0.003	5.093	5.093									
A.5.) Se determina el Índice de Consistencia y relación de Consistencia																
$\lambda =$ Promedio matriz P						$\lambda = \frac{IC}{IA}$										
						5.243										
						0.061										
						1.115										
						0.0544										
						0.10										
						OK										
Finalmente se determinan los valores:																
						$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$										
						5.243										
						0.061										
						1.115										
						0.0544										
						0.10										
						OK										
Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales																

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001.

METODOLOGÍA CENEPRED									
DETERMINACION DE VECTORES DE PRIORIZACION									
ANALISIS DE FACTORES CONDICIONANTES									
A.) Determinación de vectores de Priorización									
A.1.) Matriz de comparación de Pares									
DESCRIPTOR	PENDIENTE	GEOLOGÍA	GEOMORFOLOGÍA						
PENDIENTE	1.00	5.00	7.00						
GEOLOGÍA	0.20	1.00	3.00						
GEOMORFOLOGÍA	0.14	0.33	1.00						
SUMA TOTAL	1.34	6.33	11.00						
1/ SUMA	0.745	0.158	0.091						
A.2) Matriz de normalización de Pares									
DESCRIPTOR	PENDIENTE	GEOLOGÍA	GEOMORFOLOGÍA	VECTOR DE PRIORIZ					
PENDIENTE	0.745	0.789	0.636	0.724					
GEOLOGÍA	0.149	0.158	0.273	0.193					
GEOMORFOLOGÍA	0.106	0.053	0.091	0.083					
A.3) Se multiplica la matriz de comparación de pares con la Matriz Vector de priorización									
Mmult=	1.00	5.00	7.00	0.724	2.273				
	0.20	1.00	3.00	0.193	0.588	=			
	0.14	0.33	1.00	0.083	0.251				
A.4) Se obtiene la matriz vector de prioridades, dividiendo la matriz anterior con la Matriz vector de priorización									
P =	2.273	0.724	3.141	Donde:					
	0.588	0.193	3.043	λ	=	3.066			
	0.251	0.083	3.014						
A.5) Se determina el Índice de Consistencia y relacion de Consistencia									
λ =Promedio matriz P	$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$		RC = $\frac{IC}{IA}$						
Finalmente se determinan los valores:	λ =	3.066							
	IC =	0.033							
	IA =	0.525							
	RC =	0.0627	<	0.10	OK				

Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n"

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Aguadón y Moreno – Jiménez, 2001.

Indica que los criterios de comparación son adecuados, sino es así cambiar valores iniciales

METODOLOGÍA CENEPRED		DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD											
PELIGRO		FENOMENO	FACTOR DETERMINANTE	FRECUENCIA									
		SUSCEPTIBILIDAD	FACTOR DESENCADENANTE	PRECIPITACION									
			FACTOR CONDICIONANTE	PENDIENTE									
				GEOMORFOLOGIA									
				GEOLOGIA									
A) ANALISIS DE FACTORES CONDICIONANTES													
A.1) Se tienen los siguientes datos de los vectores calculados anteriormente para cada factor													
DESCRIPTOR		VECTOR DE PRIORIZACION											
Pendiente		0.724											
Geología		0.193											
Geomorfología		0.083											
VECTOR DE PRIOR. PNDTE.		VECTOR DE PRIOR. GEOLOG		VECTOR DE PRIOR. GEOMOR.									
0.503		0.390		0.411									
0.260		0.294		0.311									
0.134		0.175		0.161									
0.068		0.092		0.078									
0.035		0.049		0.040									
A.2) Se multiplica cada valor del vector de priorización por las matrices de cada descriptor													
VECTOR PDYTE:		0.724	x	0.503	0.364	0.411		0.034					
				0.260	0.188	0.311		0.026					
				0.134	0.097	0.161	x	0.013	=				
				0.068	0.049	0.078		0.007					
				0.035	0.025	0.040		0.003					
VECTOR GEOLOG:		0.193	x	0.390	0.075								
				0.294	0.057								
				0.175	0.034								
				0.092	0.018								
				0.049	0.010								
A.3) Se suma los vectores antes calculados para determinar el Vector de Factores Condicionantes													
				0.473									
				0.271									
Matriz Vector Condicionante		=		0.144									
				0.073									
				0.038									

B) DETERMINACION DE VECTOR SUSCEPTIBILIDAD																								
B.1) Se determina el vector susceptibilidad con los vectores antes calculados, el peso para los vectores condicionantes y desencadenantes es el mismo																								
VALOR VECTOR SUSCEPTIBILIDAD= (VECTOR DESENCADENANTE x 0.50) + (VECTOR CONDICIONANTEx 0.50)																								
Donde el vector DESENCADENANTE corresponde al vector del factor Precipitación antes calculado, por ser el único indicador																								
VALOR VECTOR SUSCEPTIB.=	0.50	x	<table border="1"> <tr><td>0.430</td></tr> <tr><td>0.288</td></tr> <tr><td>0.179</td></tr> <tr><td>0.070</td></tr> <tr><td>0.033</td></tr> </table>	0.430	0.288	0.179	0.070	0.033	+	<table border="1"> <tr><td>0.473</td></tr> <tr><td>0.271</td></tr> <tr><td>0.144</td></tr> <tr><td>0.073</td></tr> <tr><td>0.038</td></tr> </table>	0.473	0.271	0.144	0.073	0.038	x	<table border="1"> <tr><td>0.452</td></tr> <tr><td>0.279</td></tr> <tr><td>0.162</td></tr> <tr><td>0.072</td></tr> <tr><td>0.036</td></tr> </table>	0.452	0.279	0.162	0.072	0.036		
0.430																								
0.288																								
0.179																								
0.070																								
0.033																								
0.473																								
0.271																								
0.144																								
0.073																								
0.038																								
0.452																								
0.279																								
0.162																								
0.072																								
0.036																								
VALOR VECTOR SUSCEPTIB.=	<table border="1"> <tr><td>0.452</td></tr> <tr><td>0.279</td></tr> <tr><td>0.162</td></tr> <tr><td>0.072</td></tr> <tr><td>0.036</td></tr> </table>	0.452	0.279	0.162	0.072	0.036																		
0.452																								
0.279																								
0.162																								
0.072																								
0.036																								
C) DETERMINACION DE VECTOR FENOMENO																								
C.1) Se determina el vector Fenómeno que corresponde al vector DETERMINANTE, y este al Vector Frecuencia antes calculado																								
VALOR VECTOR FENOMENO= VALOR VECTOR VECTOR DETERMINANTE = VALOR VECTOR FRECUENCIA																								
VALOR VECTOR FENOMENO =					<table border="1"> <tr><td>0.4675</td></tr> <tr><td>0.2563</td></tr> <tr><td>0.1482</td></tr> <tr><td>0.0840</td></tr> <tr><td>0.0440</td></tr> </table>	0.4675	0.2563	0.1482	0.0840	0.0440														
0.4675																								
0.2563																								
0.1482																								
0.0840																								
0.0440																								
VALOR VECTOR FENOMENO =																								
D) DETERMINACION DEL INDICE DE PELIGROSIDAD																								
D.1) Se determina los pesos correspondientes a los valores del vector Peligro																								
VALOR VECTOR PELIGRO= (VALOR VECTOR FENOMENO x 0.50) + (VALOR VECTOR SUSCEPTIBILIDAD x 0.50)																								
VALOR VECTOR PELIGRO . =	0.50	x	<table border="1"> <tr><td>0.467</td></tr> <tr><td>0.256</td></tr> <tr><td>0.148</td></tr> <tr><td>0.084</td></tr> <tr><td>0.044</td></tr> </table>	0.467	0.256	0.148	0.084	0.044	+	<table border="1"> <tr><td>0.452</td></tr> <tr><td>0.279</td></tr> <tr><td>0.162</td></tr> <tr><td>0.072</td></tr> <tr><td>0.036</td></tr> </table>	0.452	0.279	0.162	0.072	0.036	x	<table border="1"> <tr><td>0.460</td></tr> <tr><td>0.268</td></tr> <tr><td>0.155</td></tr> <tr><td>0.078</td></tr> <tr><td>0.040</td></tr> </table>	0.460	0.268	0.155	0.078	0.040		
0.467																								
0.256																								
0.148																								
0.084																								
0.044																								
0.452																								
0.279																								
0.162																								
0.072																								
0.036																								
0.460																								
0.268																								
0.155																								
0.078																								
0.040																								
VALOR VECTOR PELIGRO=	<table border="1"> <tr><td>0.460</td></tr> <tr><td>0.268</td></tr> <tr><td>0.155</td></tr> <tr><td>0.078</td></tr> <tr><td>0.040</td></tr> </table>	0.460	0.268	0.155	0.078	0.040																		
0.460																								
0.268																								
0.155																								
0.078																								
0.040																								
NIVELES DE PELIGROSIDAD:																								
					0.268	≤	X	≤	0.460															
					0.155	≤	X	≤	0.268															
					0.078	≤	X	≤	0.155															
					0.040	≤	X	≤	0.078															
									PELIGRO MUY ALTO															
									PELIGRO ALTO															
									PELIGRO MEDIO															
									PELIGRO BAJO															

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Tabla 70: Resultados de índices de vulnerabilidad, peligro y riesgo para el Caserío Bella Unión

PARÁMETRO	METODOLOGÍA INDECI	METODOLOGÍA CENEPRED
PELIGRO	50.00 % (medio)	0.368 (muy alto)
VULNERABILIDAD	75.62 % (muy alto)	0.371 (muy alto)
RIESGO	75.00 % (alto)	0.137 (muy alto)

5.2.1. Variable Peligro

De los resultados obtenidos y aplicando la metodología según Indeci, el nivel de peligro de inundación para el Caserío Bella Unión es medio, asignándosele el máximo porcentaje 50,0% de acuerdo a la Tabla 6, pues se encuentra en un rango de porcentaje de 25% - 50%. De la misma forma aplicando la metodología Cenepred se obtiene un valor de peligrosidad de 0.368 que lo clasifica como Muy Alto y se ubica dentro del rango 0.269 - 0.455 (Ver Tabla 18. Niveles de peligrosidad según Cenepred)

5.2.2. Variable Vulnerabilidad

De los resultados y aplicando la metodología Indeci, el nivel de vulnerabilidad del Caserío Bella Unión ante un fenómeno de inundación es de 76,00 % que lo califica como muy alto (Tabla 16), encontrándose en el rango de porcentaje de 76% - 100%. De la misma forma aplicando la metodología Cenepred se obtiene un índice de vulnerabilidad de 0,371 que la pondera como “muy alto”, y se encuentra dentro del rango 0.259 - 0.481 (Ver Tabla 23. Niveles de vulnerabilidad según Cenepred)

5.2.3. Variable Riesgo

Los resultados obtenidos usando la metodología según Indeci, muestran que el nivel de riesgo del caserío Bella Unión ante la ocurrencia de peligro de inundación, arroja un nivel de riesgo alto, el cual se obtiene de los niveles del peligro (50%), como del nivel de vulnerabilidad (75,62%) e ingresando a la matriz de doble entrada, de acuerdo a la Tabla 16 se calcula un riesgo del tipo Alto, asignándole el máximo porcentaje 75,0 % en un rango 51% - 75%. De igual forma, aplicando la metodología Cenepred se obtiene un valor de nivel de riesgo 0,137 que lo clasifica como muy alto y se encuentra dentro del rango 0.118- 0.219 (Ver Tabla 24. Niveles de riesgo según Cenepred).

5.3. Contratación de hipótesis

Según lo que se tiene en el planteamiento inicial para la hipótesis:

El caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, presenta un índice de vulnerabilidad total de tipo “alto”, y se clasifica de “riesgo tipo medio”, ante la ocurrencia de fenómenos de inundación.

Y según los valores calculados utilizando el procedimiento en estudio, deducimos:

El Caserío Bella Unión arroja un índice de vulnerabilidad total, ante fenómenos de inundación de 0.756 y 0.371, usando las metodologías según Indeci y Cenepred respectivamente, que la califican como vulnerabilidad del tipo “muy alta”, corroborándose la hipótesis planteada.

El Caserío Bella Unión, tras una estimación del nivel de riesgo a inundación, arroja una puntuación de 0.75 y de 0.137 usando la metodología según Indeci y Cenepred, que lo califican como riesgo del tipo alto - muy alto respectivamente; encontrándose fuera de la hipótesis planteada inicialmente.

CAPITULO VI

PROPUESTA DE REMEDIACION

6.1. Formulación de la Propuesta.

6.1.1. Título

“Descolmatación y rehabilitación del río san Lucas- caserío Bella Unión, provincia de Cajamarca, para el tramo comprendido entre puente la Huanga y desembocadura del río Mashcón”.

6.1.2. Finalidad

La finalidad de la presente propuesta es contribuir a proteger la vida, vivienda y condiciones de vida y salud de las personas del caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, ante fenómenos del tipo inundación.

6.1.3. Objetivos

Reducir las vulnerabilidades de la población y del riesgo presente en el caserío Bella Unión, frente a la ocurrencia de fenómenos del tipo inundación.

6.1.4. Reducción del riesgo de desastres

Su fin último busca la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre a inundación. En tal sentido la reducción del riesgo abarca formas de intervención muy variadas que van desde la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de actividades y acciones.

Tabla 71: Acciones de reducción del riesgo de desastres.

Acciones de reducción de riesgo	Estimación del riesgo
	Prevención y reducción del riesgo
	Preparación, respuesta y rehabilitación
	Reconstrucción

6.1.5. Actividades y lineamientos de acción

a) Medidas a largo plazo.

- Evaluación integral de todas las cuencas y afluentes de Cajamarca, en todos los puntos críticos donde se muestren daños ocasionados por fuertes lluvias o crecidas de río
- Impulsar ante el gobierno local y regional, la creación y fomento de la implementación de una oficina multisectorial de gestión de riesgos y seguridad encargada de monitorear el comportamiento de las cuencas existentes, así como de generar proyectos capaces de reducir el riesgo y vulnerabilidad presentes.
- Impulsar ante el gobierno local y regional la creación y fomento de una oficina multisectorial de monitoreo, manejo y uso del recurso hídrico, para cada cuenca existente en Cajamarca.

b) Medidas a corto plazo.

b.1) Medidas estructurales

Colocación de gaviones tipo colchón (Ver Apéndice N°5- L03) a ambas márgenes del río (Longitud total de 250.00 metros) para proteger las viviendas y terrenos expuestos ante las crecidas del río

Tabla 72: Coordenadas gaviones tipo caja, caserío Bella Unión.

DESCRIPCIÓN	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
COORD. ESTE	778085.837 E	778211.620 E
COORD. NORTE	9207315.816 N	9207298.971 N

Colocación de muros de contención (Ver Apéndice N°5- L04) a ambas márgenes del río (Longitud total de 250.00 metros) para las zonas más afectadas, aguas abajo del curso del agua del río San Lucas.

Tabla 73: Coordenadas muro de contención, caserío Bella Unión.

DESCRIPCIÓN	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
COORD. ESTE	778217.017 E	778511.267 E
COORD. NORTE	9207297.820 N	9207314.422 N

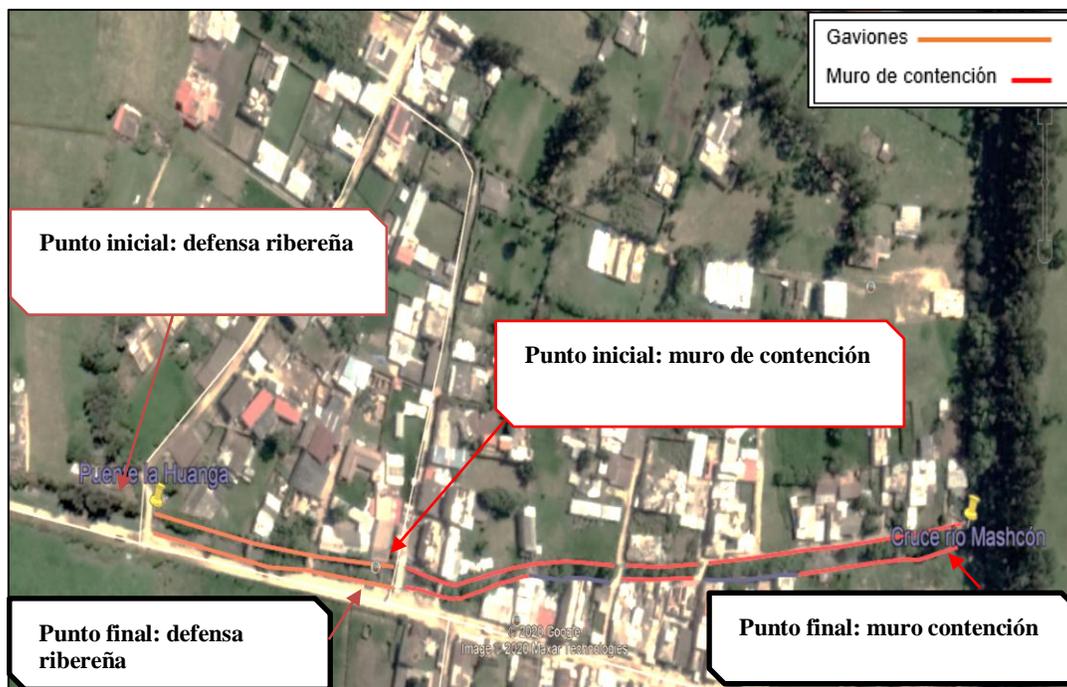


Figura 23: Foto aérea, propuesta de intervención en el caserío Bella Unión

Fuente: Google Earth

Reubicación de viviendas que presenten alta vulnerabilidad, ubicadas a ambos márgenes del río y construidas a base de adobe, quinche, madera, paja u otros, si ningún criterio normativo.

b.2) Medidas no estructurales

- Campañas de concientización, orientación y autoprotección a la población sobre temas de utilización de los recursos, mejor uso de agua, eliminación de residuos sólidos, etc.
- Planes de seguridad y emergencias provisionales coordinadas entre autoridades y población, que sirvan ante cualquier amenaza de inundación
- Apoyo de instituciones públicas para la adquisición de seguros / pólizas de seguro a la población más vulnerable y con menos recursos del sector.

Estas medidas de mitigación no son, en ningún caso particulares, sino por el contrario son más bien complementarias, por lo que la defensa del sector frente al riesgo de inundaciones, ha de contemplar un planteamiento integral en el que se apliquen medidas de uno o de otro tipo.

6.2. Costos de implementación de la propuesta

Los costos de implementación de la propuesta de reducción del riesgo de desastres por inundación para el caserío Bella Unión (entre puente la Huanga y cruce río Mashcón), se presentan de manera general para tenerse en cuenta, pues para un estudio más específico es necesario estudios complementarios que no son la razón de investigación de la presente tesis.

Tabla 74: Costos de implementación de propuesta para el caserío Bella Unión

Descripción	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.0 OBRAS PROVISIONALES				6522,38
01.01. Cartel de identificación de obra 3..60x2.40m	und.	1.00	1234.38	1234.38
01.02 Caseta para guardianía, almacén y residencia	m2	100.00	32.88	3288.00
01.03 Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria	glb.	1.00	2000.00	2000.00
02.0 LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE RÍO				45869,01
02.01 Trazo y replanteo	m.	435.00	6.31	2744.85
02.02 Limpieza y descolmatación de cauce de quebrada	m3	2784.00	15.49	43124.16
03.0 MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES				517032,20
03.01 Trazo, niveles y replanteo	m2	1375.00	2.39	3286.25
03.02 Excavación no clasificada c/equipo para estructuras	m3	1031.25	7.94	8188.13
03.03 Relleno con material propio zarandeado y compactado	m3	187.50	25.43	4768.13
03.04 Eliminación de material excedente manual (dist. Máx. 30m)	m3	843.75	27.01	22789.69
03.05 Gaviones tipo A (5x1x1 m)	m3	750.00	168.01	126007.50
03.06 Gaviones tipo B (5x1x1 m)	m3	750.00	150.84	113130.00
03.07 Gaviones tipo CF (5x1x1 m)	m3	750.00	197.66	148245.00
03.08 Colchón reno tipo D (5x2.50x0.50 m)	m3	250.00	187.87	46967.50
03.09 Geotextil envolvente provisión y colocación	m2	2500.00	17.46	43650.00
04.0 MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO ARMADO F´C= 210 Kg/cm2				1765605,55
04.01 TRABAJOS PRELIMINARES				3819.22
04.01.01 Trazo, nivelación y replanteo	m2	1598.00	2.39	3819.22
04.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS				44720,96
04.02.01 Excavación de zanjas con maquinaria para cimentación de muro	m3	960.00	10.96	10521.60

04.02.02	Excavación de zanjas manual para cimentación de muro	m3	120.00	42.86	5143.20
04.02.03	Perfilado, nivelación y compactación de fondo de zanja	m2	2444.00	5.74	14028.56
04.02.04	Relleno con material propio zarandeado y compactado	m3	840.00	17.89	15027.60
04.03	CONCRETO SIMPLE				38431,90
04.03.01	Solado con concreto C/H 1:10, e= 0.10 m	m2	1598.00	24.05	38431.90
04.04	CONCRETO ARMADO				1'837942,99
04.04.01	ZAPATA				782650.10
04.04.01.01	Encofrado y desencofrado en zapatas	m2	839.04	53.49	44880.25
04.04.01.02	Concreto f'c= 210 Kg/cm2 para zapatas	m3	1203.20	496.91	597882.11
04.04.01.03	Acero de refuerzo f'y=4200 Kg/cm2	kg	26493.89	5.28	139887.74
04.04.02	PANTALLA				855292.89
04.04.02.01	Encofrado y desencofrado , en pantalla	m2	4418.00	53.49	236318.82
04.04.02.02	Concreto f'c= 210 Kg/cm2 para pantalla	m3	938.83	496.91	466514.02
04.04.02.03	Acero de refuerzo f'y=4200 Kg/cm2	kg	28875.01	5.28	152460.05
04.05	JUNTAS DE DILATACIÓN				40690,48
04.05.01	Curado de concreto con aditivo curador	m2	6039.50	2.15	12984.93
04.05.02	Juntas de dilatación en muro	m	940.00	25.240	23725.60
04.05.03	Tubería de drenaje PVC SAL 2"	m	471.00	8.45	3979.95
05.00	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y MONITOREO ARQUEOLOGICO				6000,00
05.01	Mitigación del impacto ambiental	glb.	1.000	6000.00	6000.00
06.00	VARIOS				34500.00
06.01	Flete terrestre	glb.	1.00	34500.00	34500.00
				S/.	2'375,529.14

6.3. Beneficios que aporta la propuesta

- Generar una alternativa de solución, al problema presente en el caserío Bella Unión frente al fenómeno de inundación existente.
- Presentar una propuesta a tener en cuenta por la institución, municipio u organismo competente de generar el proyecto encargado del mejoramiento del caserío Bella Unión
- Presentar una base de actividades y costos estimados, que puedan ser útiles para otros proyectos de similar condición.
- La consideración de la propuesta contribuye a mejorar y optimizar los procesos, recursos y costos a partir de una alternativa inicial de remediación para el caserío Bella Unión.

CONCLUSIONES

El Caserío Bella Unión, para la zona comprendida *entre puente la Huanga y cruce de río Mashcón* de la ciudad de Cajamarca, se califica de “vulnerabilidad muy alta”, pues presenta índices de vulnerabilidad a inundación de 0.756 y 0.371 respectivamente.

El Caserío Bella Unión (*entre puente la Huanga y cruce de río Mashcón*) de la ciudad de Cajamarca, se califica de “riesgo alto”, pues posee índices de nivel de riesgo a inundación de 0.75 y 0.137 respectivamente

El Caserío Bella Unión (*entre puente la Huanga y cruce de río Mashcón*) de la ciudad de Cajamarca, se califica en el rango de “peligrosidad media a alta”, pues presenta índices de peligro a inundación de 0.50 y 0.368 respectivamente.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

Ante los resultados obtenidos de nivel de riesgo “alto” e índice de vulnerabilidad “muy alta”, se sugiere implantar un sistema de alerta temprana que funcione como método de mitigación y preparación ante fenómenos de tipo inundación, considerar también programas de concientización y charlas de manejo del recurso hídrico y medidas de mitigación frente a la ocurrencia de desastres, como formas de sensibilización social frente a los problemas de riesgo existentes.

Se recomienda profundizar estudios sobre otras metodologías de análisis de riesgos de desastres, tales como la metodología COSIPLAN- IIRSA.

Se recomienda a instituciones públicas, universidades y estudiantes la realización de investigaciones similares asociadas al tratamiento del riesgo de desastres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Martínez, M. (2010). Situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible. Universidad Nacional de Ingeniería. Escuela de Posgrado. Facultad de Ingeniería Ambiental.
- Cabrera Carranza, C. (2015). Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay, propuesta de recuperación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ingeniería. Escuela de Posgrado. Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas.
- Castillo Anyosa, B. (2015). Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos- IPERC Curso de matriz básica de capacitación en seguridad. Anexo 14 B Perú. En: <https://es.slideshare.net/BraulioCastilloAnyos/ipercc-identificacion-de-peligros-evaluacion-y-control-de-riesgos>
- Castro Mendoza, R. (2014). Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica
- Centro Nacional de estimación, prevención y reducción del Riesgo de desastres CENEPRED (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por fenómenos naturales. Dirección de Gestión de Procesos Subdirección de Normas y Lineamientos. Lima. Perú. En: https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL-EVAR.INUNDACIONES.pdf.
- Centro Nacional de estimación, prevención y reducción de desastres (2018). Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el sector c noroeste del distrito de Jayanca, provincia y departamento de Lambayeque. En: http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5203_informe-de-evaluacion-de-riesgo-por-lluvias-intensas-en-el-sector-a-norte-distrito-de-jayanca-provincia-y-departamento-de-lambayeque.pdf

Centro Nacional de estimación, prevención y reducción de desastres (2017). Estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres- CENEPRED. En: <http://s017.sela.org/media/2756083/estimacion-prevencion-y-reduccion-de-riesgo-de-desastres-peru.pdf>

Comisión Nacional del Agua (2011). Manual del control de inundaciones. Tlalpan, Coyoacan. México. En: <http://www.freshwateraction.net/sites/freshwateraction.net/files/SGT-111Manual-para-el-control-de-inundaciones.pdf>

Castro Mendoza, R. (2014). Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica

Dilley, Max & Chen. S, R. (2005). Natural Disaster Hotspots. A Global Risk Analysis. The World Bank and Columbia University. Washington D.C. 20433. 1818 H Street.NY. En: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=X3osldnSBdgC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Natural+disaster+hotspots:+A+global+risk+analysis&ots=_qRg0r8YDO&sig=JaOLrMiW-ZTfIk6JaQUONrRR2C8#v=onepage&q=Natural%20disaster%20hotspots%3A%20A%20global%20risk%20analysis&f=false

Espinoza, G. (1985). Los desastres y su relación con el manejo de recursos naturales en Chile, Santiago de Chile. Chile. En: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril2006/CD1/pdf/spa/doc8016/doc8016-contenido.pdf>

García Acosta, F. (2014). Calidad y uso del agua de la subcuenca del San Lucas (Cajamarca) en función del Índice de Brown. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Posgrado. Mención. Gestión ambiental y recursos naturales

Guamán Meléndrez, J. (2014). Evaluación de Riesgos de Desastres en el Asentamiento Humano San José del Huito de la Ciudad de Jaén- Cajamarca, ante peligro de Inundación. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil - Sede Jaén.

Herrera López, J. (2018). Niveles de precipitaciones proyectadas en la cuenca del valle de Cajamarca para un horizonte de 10 años, que permita identificar zonas de riesgo. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de riesgos.

Instituto Nacional de Defensa Civil. INDECI (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca. Proyecto Indeci – Pnud PER/02/051. Dirección Regional de Defensa Civil de Cajamarca En: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/cajamarca/cajamarca.pdf.

Instituto Nacional de Defensa Civil. INDECI (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Unidad de estudios y evaluación de riesgos UEER. Lima. Perú. En: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf.

Instituto Nacional de Defensa Civil. INDECI (2011). Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. Unidad de estudios y evaluación de riesgos UEER. Lima. Perú. Cuaderno técnico N°02 En: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1743/doc1743_contenido.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil. INDECI (2014). Boletín Estadístico virtual de la Gestión Reactiva. Dirección de políticas, planes y evaluación. Sub dirección de aplicaciones estadísticas. Lima. Perú. Número 01-Año 1- DIC. En: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201708041005051.pdf>

Jiménez, F. (2004). Análisis integral de la vulnerabilidad de amenazas en la cuenca hidrográfica de América Latina. CATIE En: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A3159E/A3159E.PDF>

Lucas Vera, G. (2018). Análisis del riesgo por inundación en la localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta- Ecuador, Propuesta de medidas de mitigación. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental.

Instituto Nacional de Defensa Civil. INDECI (2003). MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES. Lima. Perú. En: <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/fil20170516150739.pdf>

Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. (2012). Ministerio de transportes y comunicaciones- MTC. Lima Perú.

Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. Bogotá, Colombia. La RED Tercer Mundo Editores, Cap 1.

Mendoza Solís, M. (2017). Evaluación del riesgo por inundación en la Quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, Periodo 2011-2016. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos.

Ministerio de Economía y Finanzas. MEF (2006). Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo. Dirección General de programación multianual- DGPM & Programa de Desarrollo Rural Sostenible de la Cooperación Técnica Alemana- GTZ. Lima. Perú. Edición I. En: <https://eird.org/curso-brasil/docs/modulo8/lecturas/2.Conceptos-mef-completo-27%20marzo-MEF-GTZ.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas. MEF (2013). Conceptos asociados a la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático: Aportes en apoyo de la inversión pública para el desarrollo sostenible. Sistema de Inversión Pública. Lima. Perú. Edición I. En: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/estudios_documentos/documentos/ConceptosDesastresCambio.pdf

Mora Castro, S (2005). Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo Serie de informes de buenas prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C. 20577. En: [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gesti%C3%B3n-de-riesgo-de-amenazas-naturales-en-proyectos-de-desarrollo-Lista-de-preguntas-de-verificaci%C3%B3n-\(Checklist\).pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gesti%C3%B3n-de-riesgo-de-amenazas-naturales-en-proyectos-de-desarrollo-Lista-de-preguntas-de-verificaci%C3%B3n-(Checklist).pdf)

- Morelli Tucci, C (2006). Gestión de Inundaciones Urbanas. Universidad Nacional de Córdoba. Instituto Superior de Recursos Hídricos. IRSH/ SECYT/UNC. En: <https://www.yumpu.com/es/document/read/46800217/gestian-de-inundaciones-urbanas-global-water-partnership>
- Noriega, Jesús (2011). Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta. Universidad Autónoma del Caribe. Prospectiva. Volumen 9, número 02. pp. 93-102
- Plan de acción DIPECHO (2011-2012). La gestión del riesgo de desastres en el Perú. Documento País. Lima. Perú. En: <https://dipecholac.net/docs/files/197-peru-la-gestion-del-riesgo-de-desastres-en-el-peru-documento-pais-2012.pdf>.
- Plan nacional de gestión de riesgo de desastres PLANAGERD (2014-2021). Sistema Nacional de gestión del riesgo de desastres. Lima. Perú. En: <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/PLANAGERD.pdf>
- Sanginés Buenaño, D. (2013). Diagnóstico de Vulnerabilidades y capacidades sociales en las familias del Sector Nueva Prosperina- Ecuador, en la identificación de estrategias de reducción de riesgos frente a la amenaza de deslizamientos e inundaciones. Universidad Casa Grande. Facultad de Administración y Ciencias Políticas.
- Watanabe, Max (2015). Gestión del riesgo de desastres en ciudades de América Latina. Apuntes de investigación N°4. Soluciones prácticas. En: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2564/doc2564-contenido.pdf>
- Zafra Cerna, J. (2015). Nivel de riesgo por inundación en la zona de Calispuquio- Sector V- Cajamarca, 2015. Universidad Privada del Norte. Escuela de Pregrado. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil
- Zilbert, Linda (2012). Sistemas de alerta temprana, SAT, una herramienta para la gestión del riesgo de desastres. Herramientas de gestión del riesgo de desastres. Herramienta N°05. Naciones Unidas. EIRD. En: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2570/doc2570-contenido.pdf>

Wilches - Chauv, G. (1989). Viviendo en Riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina. Lima, Editorial LA RED. Perú. En: http://www.desenredando.org/public/libros/1994/ver/ver_cap02-CUVVER_nov20-2002.pdf

APÉNDICES

Apéndice I: Panel Fotográfico



Figura 24: Punto inicial del estudio - puente la Huanga.



Figura 25: Vulnerabilidad del tipo ambiental, variable calidad del agua del río San Lucas.



Figura 26: Vulnerabilidad del tipo física, variable localización de viviendas del caserío Bella Unión



Figura 27: Vulnerabilidad del tipo cultural, variable actitud frente a la ocurrencia de desastres de la población del caserío Bella Unión.



Figura 28: Vulnerabilidad del tipo social, variable participación en trabajos comunales de la población del caserío Bella Unión.



Figura 29: Vulnerabilidad del tipo cultural, variable actitud frente a la ocurrencia de desastres de la población del caserío Bella Unión.



Figura 30: Vulnerabilidad del tipo ambiental, variable calidad del agua del río San Lucas



Figura 31: Punto final del estudio - cruce con río Mashcón.

Apéndice II: Procesamiento de datos hidráulicos

Tabla 75: Precipitaciones máximas en 24 horas, estación Augusto Weberbauer

Estación	Augusto Weberbauer/Universidad Nacional de Cajamarca												Latitud	07°10'00"
Ubicación	Cajamarca- Cajamarca- Cajamarca												Longitud	78°30'00"
AÑOS	EN E	FE B	M AR	AB R	M AY	JU N	J U L	A G O	SE T	OC T	NO V	DIC	TO TA L	MAX.A NUAL
1989	14.70	30.00	13.50	16.60	15.50	4.80	1.40	2.80	11.50	20.00	16.30	1.10	148.20	30.00
1990	18.00	24.70	11.70	6.50	9.50	7.10	0.80	6.20	13.20	14.60	20.50	25.40	158.20	25.40
1991	10.40	29.70	20.50	19.40	7.10	0.30	0.40	0.30	3.70	9.70	9.30	18.70	129.50	29.70
1992	10.80	9.70	12.00	11.90	6.70	12.80	2.30	3.80	10.50	17.70	7.90	6.70	112.80	17.70
1993	9.20	13.90	20.60	12.80	8.00	1.50	3.30	1.90	22.50	17.00	20.20	13.90	144.80	22.50
1994	14.20	18.70	24.50	22.70	4.90	1.40	0.00	0.20	3.10	8.70	21.30	28.50	148.20	28.50
1995	8.30	19.30	16.40	20.60	3.90	1.30	7.80	6.10	3.00	16.10	19.50	16.00	138.30	20.60
1996	11.30	25.60	16.60	15.70	7.60	0.40	0.40	6.40	3.70	13.00	35.10	10.50	146.30	35.10
1997	16.30	16.30	7.10	8.30	7.50	6.60	0.20	0.00	7.60	10.20	27.60	23.80	131.50	27.60
1998	12.50	16.50	31.70	22.30	6.30	4.10	1.30	3.50	4.60	17.70	14.60	9.80	144.90	31.70
1999	15.90	38.80	13.50	10.40	13.90	6.40	11.60	0.50	21.80	14.30	18.60	13.10	178.80	38.80
2000	17.30	36.10	18.60	19.70	14.40	5.30	1.80	5.00	10.90	3.30	17.90	20.40	170.70	36.10
2001	27.60	17.70	28.20	14.30	14.70	1.00	6.90	0.01	5.70	14.70	20.30	15.90	167.01	28.20

2002	8.2 0	10. 80	15. 70	18. 20	12. 70	5.4 0	4. 70	3. 40	7.7 0	22. 30	16. 80	10.6 0	13 6.5 0	22.30
2003	18. 70	18. 40	20. 10	8.8 0	6.7 0	7.0 0	1. 60	6. 10	8.9 0	19. 20	17. 10	20.8 0	15 3.4 0	20.80
2004	11. 90	21. 50	10. 50	12. 40	6.5 0	0.9 0	6. 00	10 .2 0	4.0 0	9.5 0	28. 10	22.7 0	14 4.2 0	28.10
2005	20. 20	10. 00	19. 70	10. 80	3.6 0	3.5 0	0. 30	3. 50	14. 30	9.3 0	11. 60	15.3 0	12 2.1 0	20.20
2006	15. 20	13. 50	18. 80	17. 00	2.2 0	6.2 0	1. 60	5. 40	10. 20	4.0 0	20. 60	12.3 0	12 7.0 0	20.60
2007	15. 60	6.8 0	25. 40	21. 00	5.2 0	1.4 0	3. 00	4. 00	10. 20	19. 00	15. 70	16.7 0	14 4.0 0	25.40
2008	20. 20	17. 10	23. 60	27. 00	7.4 0	6.0 0	1. 30	4. 80	11. 60	10. 80	19. 70	0.10	14 9.6 0	27.00
2009	21. 90	16. 40	20. 50	17. 80	18. 20	9.1 0	5. 30	0. 90	5.2 0	18. 10	22. 20	12.6 0	16 8.2 0	22.20
2010	14. 60	36. 40	34. 00	21. 60	12. 60	2.8 0	2. 20	1. 30	10. 50	16. 80	12. 80	21.9 0	18 7.5 0	36.40
2011	14. 90	16. 40	25. 50	22. 40	9.7 0	0.4 0	5. 10	0. 01	12. 70	9.3 0	5.2 0	27.7 0	14 9.3 1	27.70
2012	18. 00	27. 90	26. 70	11. 30	10. 80	0.2 0	0. 00	1. 90	12. 80	24. 20	27. 30	17.6 0	17 8.7 0	27.90
2013	11. 70	13. 10	35. 30	15. 90	10. 20	4.5 0	2. 50	5. 70	1.9 0	19. 40	6.1 0	9.60	13 5.9 0	35.30
AÑO	EN	FE	M	AB	M	JU	J	A	SE	OC	NO	DIC	TO	MAX.A
S	E	B	AR	R	AY	N	U	G	T	T	V		TAL	NUAL
2014	13. 70	15. 30	22. 10	24. 40	6.8 0	2.4 0	2. 00	1. 70	5.8 0	13. 50	11. 10	20.2 0	13 9.0 0	24.40
2015	23. 30	14. 00	25. 40	11. 90	19. 50	2.3 0	3. 20	0. 10	25. 20	4.6 0	0.1 0	0.10	12 9.7 0	25.40
2016	6.8 0	16. 50	19. 80	12. 40	2.6 0	0.6 0	1. 40	1. 00	1.3 0	14. 10	3.5 0	7.50	87. 50	19.80

2017	12.90	11.60	14.30	14.10	9.60	0.50	2.30	8.20	10.40	21.70	18.20	25.20	149.00	25.20
2018	16.90	33.50	18.30	12.10	8.70	4.10	0.40	0.10	11.20	13.10	14.00	16.20	148.60	33.50
SUM A	45.120	59.620	61.060	48.030	27.300	11.030	81.100	95.200	28.570	42.590	49.920	460.90		
PRO MEDIO	15.04	19.87	20.35	16.01	9.10	3.68	2.70	3.17	9.52	14.20	16.64	15.36		
MAX	27.60	38.80	35.30	27.00	19.50	12.80	11.60	10.20	25.20	24.20	35.10	28.50		

Tabla 76: Análisis estadístico distribución log- normal

Año	Precip. ordenadas	F(X)	f(x)
1	38.80	0.9808337	0.0082932
2	36.40	0.9500219	0.0183094
3	36.10	0.9442840	0.0199581
4	35.30	0.9264315	0.0247714
5	35.10	0.9213485	0.0260639
6	33.50	0.8707741	0.0374130
7	31.70	0.7911442	0.0510171
8	30.00	0.6944474	0.0622556
9	29.70	0.6755245	0.0638745
10	28.50	0.5956537	0.0688014
11	28.20	0.5748895	0.0695958
12	28.10	0.5679186	0.0698186
13	27.90	0.5539153	0.0701998
14	27.70	0.5398444	0.0704941
15	27.60	0.5327891	0.0706083
16	27.00	0.4903184	0.0708269
17	25.40	0.3788841	0.0675572
18	25.40	0.3788841	0.0675572
19	25.40	0.3788841	0.0675572
20	25.20	0.3654492	0.0667790
21	24.40	0.3134829	0.0629559
22	22.50	0.2051343	0.0504772
23	22.30	0.1951871	0.0489914
24	22.20	0.1903254	0.0482422
25	20.80	0.1302262	0.0376133
26	20.60	0.1228534	0.0361168
27	20.60	0.1228534	0.0361168
28	20.20	0.1089977	0.0331743
29	19.80	0.0963025	0.0303181
30	17.70	0.0468839	0.0173970
MEDIA	27.137		
DESV.EST.	5.631		

Tabla 77: Análisis estadístico distribución log- normal 2 parámetros

Año	Precip. ordenadas	$y = \ln(x)$	F(X)	f(x)
1	38.800	3.6584202	0.9659385	0.3644069
2	36.400	3.5945688	0.9352743	0.6094613
3	36.100	3.5862929	0.9300761	0.6469663
4	35.300	3.5638830	0.9143887	0.7544638
5	35.100	3.5582011	0.9100212	0.7829931
6	33.500	3.5115454	0.8677650	1.0322619
7	31.700	3.4563167	0.8022115	1.3411004
8	30.000	3.4011974	0.7203002	1.6225239
9	29.700	3.3911470	0.7037670	1.6671251
10	28.500	3.3499041	0.6317046	1.8180828
11	28.200	3.3393220	0.6123078	1.8471543
12	28.100	3.3357696	0.6057302	1.8559334
13	27.900	3.3286267	0.5924147	1.8720486
14	27.700	3.3214324	0.5788947	1.8861575
15	27.600	3.3178158	0.5720616	1.8924297
16	27.000	3.2958369	0.5301440	1.9184073
17	25.400	3.2347492	0.4133390	1.8783295
18	25.400	3.2347492	0.4133390	1.8783295
19	25.400	3.2347492	0.4133390	1.8783295
20	25.200	3.2268440	0.3985559	1.8613623
21	24.400	3.1945831	0.3399260	1.7668693
22	22.500	3.1135153	0.2108096	1.3929959
23	22.300	3.1045867	0.1985885	1.3443725
24	22.200	3.1000923	0.1926020	1.3196169
25	20.800	3.0349530	0.1185071	0.9562106
26	20.600	3.0252911	0.1095214	0.9039692
27	20.600	3.0252911	0.1095214	0.9039692
28	20.200	3.0056826	0.0928115	0.8011918
29	19.800	2.9856819	0.0777904	0.7018918
30	17.700	2.8735646	0.0249524	0.2814018
MEDIA	3.280			
DESV.EST.	0.207			
C.ASIMETRIA	0.008			

Tabla 78: Análisis estadístico distribución log- normal 3 parámetros

Año	Precip. ordenadas	$y = \ln(x)$	F(X)	f(x)
1	38.800	4.2429082	0.9744803	0.6174719
2	36.400	4.2078220	0.9437209	1.1763356
3	36.100	4.2033484	0.9382616	1.2649611
4	35.300	4.1913200	0.9215294	1.5214165
5	35.100	4.1882902	0.9168164	1.5899157
6	33.500	4.1637151	0.8705033	2.1908826
7	31.700	4.1353265	0.7978522	2.9259317
8	30.000	4.1077542	0.7080344	3.5658708
9	29.700	4.1028086	0.6901565	3.6627544
10	28.500	4.0827779	0.6134363	3.9741655
11	28.200	4.0777069	0.5931389	4.0293670
12	28.100	4.0760109	0.5862910	4.0454962
13	27.900	4.0726101	0.5724829	4.0742222
14	27.700	4.0691977	0.5585379	4.0981108
15	27.600	4.0674871	0.5515190	4.1081968
16	27.000	4.0571618	0.5088866	4.1417615
17	25.400	4.0290947	0.3938942	3.9953828
18	25.400	4.0290947	0.3938942	3.9953828
19	25.400	4.0290947	0.3938942	3.9953828
20	25.200	4.0255302	0.3797269	3.9530627
21	24.400	4.0111441	0.3243423	3.7344034
22	22.500	3.9761239	0.2063205	2.9617494
23	22.300	3.9723652	0.1953671	2.8663552
24	22.200	3.9704806	0.1900104	2.8180696
25	20.800	3.9437155	0.1238818	2.1242828
26	20.600	3.9398327	0.1158251	2.0259110
27	20.600	3.9398327	0.1158251	2.0259110
28	20.200	3.9320217	0.1007603	1.8325512
29	19.800	3.9241492	0.0870760	1.6453478
30	17.700	3.8817700	0.0360040	0.8212299
Media	4.055			
Desv.estandar	0.096			
a	30.810			
Coef.asimetría	0.203			

Tabla 79: Análisis de regresión múltiple

Estadísticas de la regresión								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99537							
Coefficiente de determinación R ²	0.99077							
R ² ajustado	0.99036							
Error típico	0.02228							
Observaciones	48							
Análisis de Varianza								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	2	2.4007299	1.20036495	2416.108985	1.63459E-46			
Residuos	45	0.02235678	0.00049682					
Total	47	2.42308668						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	1.77122752	0.01339043	132.275597	6.01242E-60	1.744257801	1.79819723	1.7442578	1.79819723
Variable X1	0.19312404	0.00469733	41.1135591	2.45242E-37	0.183663125	0.20258495	0.18366313	0.20258495
Variable X2	-0.52647806	0.00939257	-56.0525934	2.80149E-43	-0.545395675	-0.50756045	-0.54539568	-0.50756045

Tabla 80: Distribución estadística Gumbel, que más se ajusta

Año	Variable reducida		Tr
	Precip. ordenadas	$y = \ln (x-u) /a$	
1	38.800	2.84	17.63
2	36.400	2.37	11.16
3	36.100	2.31	10.55
4	35.300	2.15	9.08
5	35.100	2.11	8.75
6	33.500	1.79	6.52
7	31.700	1.44	4.73
8	30.000	1.10	3.54
9	29.700	1.04	3.37
10	28.500	0.81	2.77
11	28.200	0.75	2.65
12	28.100	0.73	2.61
13	27.900	0.69	2.53
14	27.700	0.65	2.45
15	27.600	0.63	2.42
16	27.000	0.51	2.21
17	25.400	0.19	1.78
18	25.400	0.19	1.78
19	25.400	0.19	1.78
20	25.200	0.15	1.74
21	24.400	-0.00	1.58
22	22.500	-0.38	1.30
23	22.300	-0.42	1.28
24	22.200	-0.44	1.27
25	20.800	-0.72	1.15
26	20.600	-0.76	1.14
27	20.600	-0.76	1.14
28	20.200	-0.83	1.11
29	19.800	-0.91	1.09
30	17.700	-1.33	1.02

Tabla 81: Parámetros usados en la regresión múltiple

Media reducida Y_n										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5230	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,4680	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600									

Desviación típica reducida S_n										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,2260	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,3880
40	1,1413	1,1430	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065									

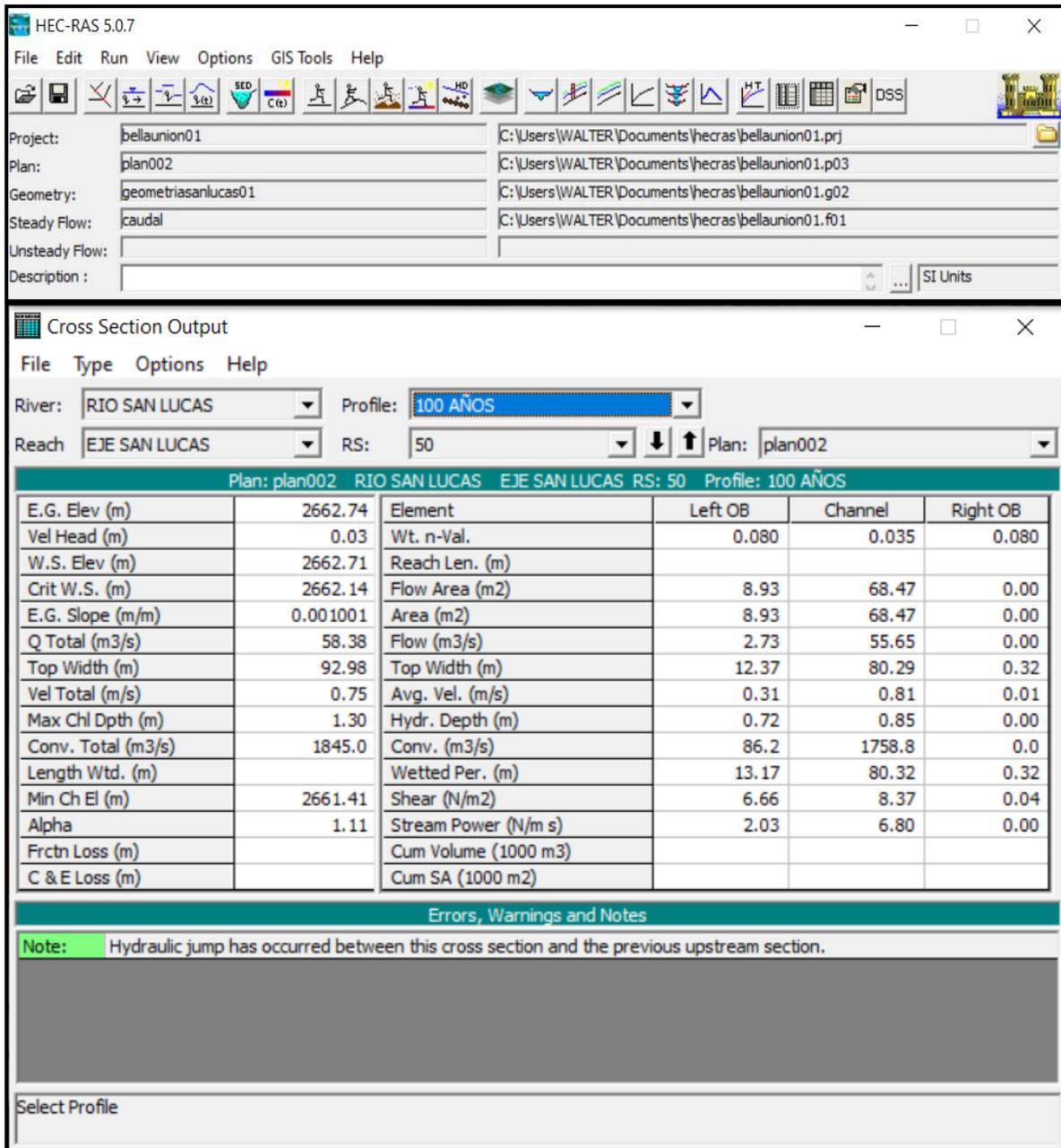


Figura 32: Determinación de altura de agua para $T_r = 100$ años, usando HEC-RAS V-5.0.7, en la determinación del peligro según INDECI

Fuente: Elaboración Propia

Apéndice III: Fichas valorativas de recolección de datos

Tabla 82: Ficha valorativa de evaluación de vulnerabilidad según indeci

FICHA VALORATIVA		
Universidad	Universidad Nacional de Cajamarca-escuela de posgrado	
Línea	Ingeniería	
Mención	Ingeniería y gerencia de la construcción	
Proyecto: "Vulnerabilidad ambiental y gestión de riesgos del río san Lucas, sector Bella Unión, Cajamarca, 2018" Sector en estudio: Viviendas a ambas márgenes, Puente la Huanga - cruce río Mashcón Número de Viviendas encuestadas: 50	Evaluador	Ing. Walter Malaver Vargas
	Asesor	M.Cs. Marco Silva Silva
	Fecha	Cajamarca, Octubre de 2018
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
VULNERABILIDAD FÍSICA		
1.1. Localización de viviendas (*)	CONTEO	OBSERVACION
Muy alejada > 5km	00	
Mediana 1 - 5km	00	
Cercana 0,2 - 1km	05	
muy cercana 0,2 - 0km	45	
(*) Que distancia se encuentra la población frente al peligro		
1.2. Material de construcción utilizada en viviendas		
Estructuras sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	05	
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	25	
Estructura de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	12	
Estructura de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.	08	
1.3. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos		
Con normativa vigente estrictamente cumplidas	02	
Con normativa vigente medianamente cumplidas	05	
Con normativa vigente sin cumplimiento	05	
Desconocimiento e incumplimiento con normativa vigente	38	

GUIA DE OBSERVACION		
VULNERABILIDAD AMBIENTAL		
2.1. Condiciones atmosféricas	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Niveles de temperatura al promedio normales		
Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	X	
Niveles de temperatura superiores al promedio normal		
Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal		
2.2. Composición y calidad de aire y agua		
Sin ningún grado de contaminación		
Con un nivel moderado de contaminación		
Alto grado de contaminación		
Nivel de contaminación no apto	X	
VULNERABILIDAD ECONÓMICA		
3.1. Nivel de producción de los pobladores del sector		
Altamente productividad	02	
Mediana productividad	05	
Escasa productividad	32	
Sin productividad	11	
3.2. Acceso al mercado laboral de los pobladores del sector		
Con Oferta Laboral > demanda	00	
Con Oferta Laboral = demanda	00	
Con Oferta Laboral < demanda	37	
Sin Oferta Laboral	13	
3.3. Niveles de ingresos del sector en cuestión		
Niveles de ingresos altos	00	
Niveles de ingresos suficientes	03	
Niveles de ingresos que cubren las necesidades básicas	06	
Niveles de ingresos inferiores para cubrir necesidades	41	
3.4. Situación de la pobreza o desarrollo humano en el sector		
Población sin pobreza	00	
Población con menor % de pobreza	05	
Población con mediana pobreza	31	

Población con pobreza total	14	
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
VULNERABILIDAD SOCIAL		
4.1. Nivel de organización de los pobladores, opiniones de pobladores	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Población totalmente organizada	00	
Población organizada	05	
Población escasamente organizada	35	
Población no organizada	10	
4.2. Participación de la población en trabajos comunales		
Participación total	00	
Participación de la mayoría	03	
Mínima participación de la población	37	
Sin participación	10	
4.3. Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales, opiniones		
Fuerte relación	00	
Medianamente relacionados	05	
Débil relación	35	
No existe	10	
4.4. Tipo de integración entre las organizaciones y las Instituciones locales, opiniones		
Integración total	00	
Integración parcial	02	
Baja integración	08	
No existe integración	40	
VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA		
5.1. Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres en el sector		
Conocimiento total de la población sobre desastres	00	
La mayoría de la población tiene conocimiento de desastres	05	
Escaso conocimiento de desastres por parte de la población	38	
Desconocimiento total sobre desastres	07	
5.2. Percepción de la población sobre los desastres		
Totalidad de la población tiene percepción real de los desastres	05	
La mayoría de la población tiene percepción real de desastres	10	
La minoría de la población tiene una percepción real de desastres	33	
Percepción totalmente irreal de desastres	02	

5.3. Actitud de la población del sector frente a la ocurrencia de desastres		
Actitud altamente previsor	05	
Actitud parcialmente previsor	05	
Actitud escasamente previsor	00	
Actitud fatalista, conformista, desidia.	40	
VULNERABILIDAD POLÍTICA E INSTITUCIONAL		
6.1. Autonomía Local		
Total autonomía		
Autonomía parcial		
Escasa autonomía	X	
No existe autonomía		
6.2. Liderazgo político, opiniones		
Aceptación y respaldo total		
Aceptación y respaldo parcial		
Aceptación y respaldo minoritario	X	
No hay aceptación ni respaldo		
6.3 Participación ciudadana		
Participación total		
Participación mayoritaria		
Participación minoritaria	X	
No hay participación		
6.4 Participación ciudadana		
Permanente coordinación y activa del CDC	X	
Coordinaciones esporádicas		
No hay coordinaciones con CDC		
VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA		
6.1. Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales, opiniones		
La totalidad de los peligros fueron estudiados	00	
La mayoría de los peligros fueron estudiados	00	
Existen pocos estudios de los peligros	08	
No existen estudios de los peligros	42	
6.2. Existencia de instrumentos para medición de fenómenos completos		
Población totalmente instrumentada	00	
Población parcialmente instrumentado	00	
Población con escasos instrumentos	05	
Población sin instrumentos	45	
6.3 Conocimiento sobre la existencia de estudios		
Conocimiento total de estudios existentes	00	
Conocimiento parcial de estudios existentes	02	
Mínimo conocimiento de estudios existentes	33	
Nulo conocimiento de estudios existentes	15	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83: Ficha valorativa de evaluación de peligrosidad según Indeci

DESCRIPCIÓN GENERAL			
Región o departamento: Cajamarca	Provincia: Cajamarca	Distrito: Cajamarca	Centro poblado : Caserío Bella Unión
Número de viviendas totales existentes: 216	N° viviendas encuestadas: 50	ID del caserío: N° 0601010149	Número promedio de hijos por vivienda: 3-4
Servicios básicos existentes	Agua: mediante red pública dentro de la vivienda en su mayoría	Desagüe: Pozo ciego o negro en su mayor parte y desechos al río en menor %	Otros: Dos centros educativos (02), IEI N° 094414 (06 alumnos) y I.E.I N°094008 (45 alumnos)

PELIGROS DE MAYOR IMPACTO					
Peligro	Fecha de Ocurrencia	Tiempo de duración	Daños	Causas	Efectos Secundarios
Inundación	Año 2016	Periodo de lluvias, semanas completas	Viviendas colindantes, pobladores, animales, terrenos agrícolas, rotura de tuberías	Intensas lluvias, falta de defensa ribereña, población económicamente vulnerable, entre otros.	Pérdidas económicas, bienes dinerarios, enfermedades a personas y animales, estado de contaminación ambiental grave.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO					
Pendiente del terreno	Muy alta	Alta	Media	Baja	Plana
	60 %	45 %	30 %	< 25 %	< 10 %
					X

CARACTERÍSTICAS DE LA VULNERABILIDAD		
Total de viviendas todo el caserío	246	Material predominante de viviendas: En mayor porcentaje ladrillo o bloque de cemento (58.90 %), adobe (30.45 %) y madera pared (8.95 %)
Número de viviendas a ser encuestadas	50	Material predominante en pisos: Cemento y tierra (90.00%), material de techos es concreto armado (38.70 %), tejas (28.05 %) y calamina (32.93 %).
Población por grupo etario en toda el área Número de familias a ser afectadas	De 0-17 años: 330 De 18-59 años: 613 De más de 60 años: 87 personas	Es común la familia extensiva con 3-5 hijos y es común tener a otros miembros como sobrinos, yernos, nueras, etc.

Fuente: Adaptado de manual Indeci, 2011

Tabla 84: Ficha evaluativa según metodología Cenepred

FICHA EVALUATIVA		
Universidad	Universidad Nacional de Cajamarca-escuela de posgrado	
Línea	Ingeniería	
Mención	Ingeniería y gerencia de la construcción	
Proyecto: "Vulnerabilidad ambiental y gestión de riesgos del río san Lucas, sector Bella Unión, Cajamarca, 2018" Sector en estudio: Viviendas a ambas márgenes, Puente la Huangá - cruce río Mashcón Número de Viviendas encuestadas: 50	Evaluador	Ing. Walter Malaver Vargas
	Asesor	Mcs. Marco Silva Silva
	Fecha	Cajamarca, Octubre de 2018
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
FRAGILIDAD		
1.1. Material predominante en paredes	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Ladrillo o bloque de cemento	X	
Ladrillo simple		
Adobe o tapial		
Madera o triplay		
Estera		
1.2. Material predominante en techos		
Losa aligerada de concreto	X	
Plancha de calamina		
Entablado		
Estera		
Plástico		
1.3. Material predominante en pisos		
Parquet o madera pulida		
Losetas, terrazas y ninílicos		
Cemento	X	
Madera, entablados		
Tierra y otro material		
1.4. Número de pisos de la edificación		
01 Piso		
02 Pisos	X	
03 Pisos		
04 Pisos		
05 Pisos		
1.5. Estado de conservación de la edificación		
Muy buena		
Buena		
Regular	X	
Mala		
Muy mala		
1.6. Grupo etáreo		
De 0-5 años y mayor de 65 años		

De 4-12 años y de 60-64 años		
De 13-15 años y 50-59 años	X	
De 4-12 años y 60-64 años		
De 0-5 años y mayor de 65 años		
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
1.7. Discapacidad de la población	DESCRIPTOR	OBSERVACION
No tiene	X	
Para hablar		
Mental o intelectual		
Para usar brazos y piernas		
Visual y para oír		
1.8. Componentes del hogar		
Menor a 3 personas		
De 3-4 personas		
De 4-6 personas	X	
De 7-10 personas		
Más de 10 personas		
RESILIENCIA		
1.9. Tipo de seguro		
Seguro privado		
Fuerzas armadas		
ESSALUD		
SIS		
No tiene	X	
1.10. Nivel educativo alcanzado		
Superior universitario y posgrado u otro similar		
Superior no universitaria	X	
Secundaria		
Primaria		
Sin ningún nivel		
1.11. Ocupación principal del jefe del hogar		
Empleador		
Trabajador independiente	X	
Empleado		
Obrero		
Trabajador familiar no remunerado		
1.12. Ingreso promedio familiar		
Mayor a 2800 soles		
De 2201 a 2860 soles		
De 1501 a 2200 soles		
De 850 a 1500 soles		
Menor del sueldo mínimo	X	
Sin ingresos		
1.13. Disponibilidad de ahorros		
Ahorros en banco		
Ahorros invertidos		
Ahorros en casa		

Ahorros prestados	X	
No cuenta con ahorros		
1.14. El jefe de familia posee seguros de vida		
Seguro privado		
AFP		
ONP		
Interrumpido	X	
No cuenta		
GUÍA DE OBSERVACIÓN		
1.15. Se han recibido capacitaciones en termas de gestión de riesgo de desastres	DESCRIPTOR	OBSERVACION
Una vez por año		
Cada 02 años		
Cada 03 años		
Cada 05 años		
Nunca	X	
1.16. Sabría enfrentar situaciones de emergencia?		
Suficiente conocimiento, implementación de soluciones		
Conocimiento y voluntad para enfrentarlos		
Regular conocimiento y motivación	X	
Poco conocimiento o motivación		
No conoce		
1.17. Tipo de régimen de tenencia de vivienda del hogar		
Propia totalmente pagada		
Cedida por el centro de trabajo u otro		
Propia ganando a plazos		
Propia por invasión	X	
Alquilada		
1.18. Cumplimiento de la vivienda con la norma técnica de construcción		
Menos del 10% del área de edificación		
Entre el 10-20% del área de edificación		
Entre el 20-40 % del área de edificación	X	
Entre el 40-60 % del área de edificación		
Más del 60% del área de edificación		
1.19. Acceso a recursos naturales		
Suficiente acceso a recursos naturales		
Regular acceso a recursos naturales		
Poco acceso a recursos naturales		
Muy poco acceso a recursos naturales	X	
No cuenta		

Fuente: Adaptado de manual Cenepred, 2014.

Apéndice III: Mapas hidrometereológicos usando Sigrid

Apéndice IV: PLANOS

Lamina 01. Plano topográfico del caserío Bella Unión

Lamina 02. Plano de delimitación de subcuenca del río san Lucas.

Lamina 03. Plano de defensa ribereña propuesto.

Lamina 04. Plano de muro de contención propuesto.



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

PUNTOS CRITICOS

Áreas de exposición

REFERENCIA CARTOGRAFICA

Escala 1:15,000

0 100 200 300 400 500 600

Unidad de Medida: metros

El presente mapa muestra información cartográfica de la representación del territorio.

Autoservicio Cartográfico, Topográfico

Centro de Estudios y Cartografía SIGRID

SIGRID
Sistema de Información Geográfica

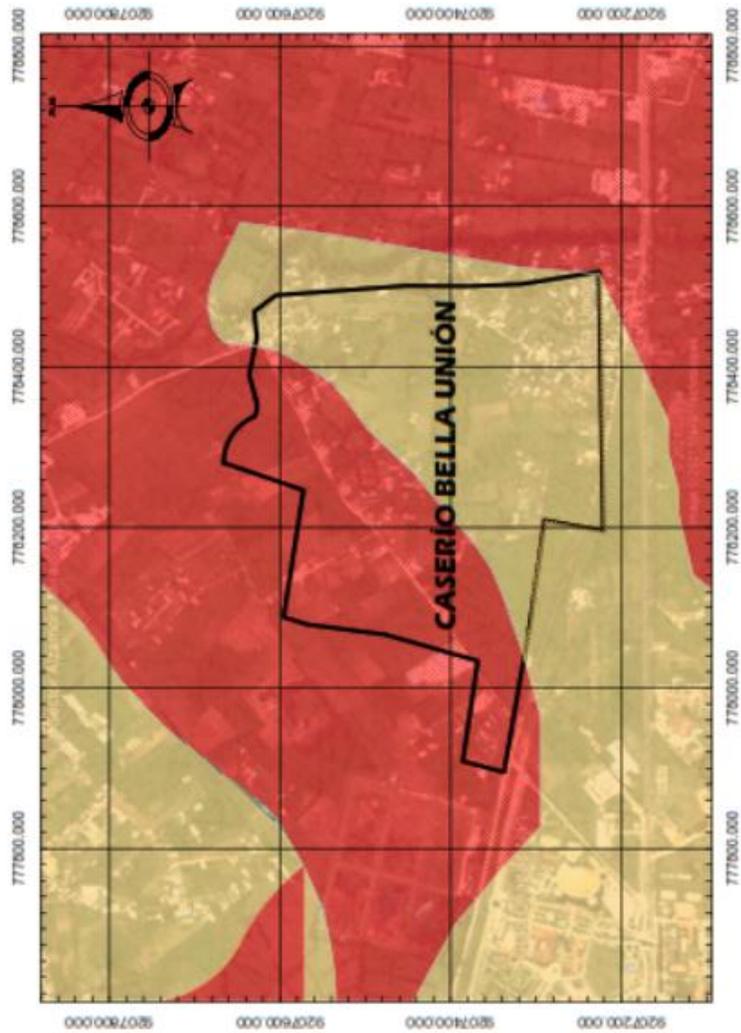
GENEPIED
Centro de Estudios y Cartografía

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSTGRADO
DIRECCION, SUPERVISION Y SECCION DE LA COORDINACION
INDICE DE VALORAMIENTO TOTAL Y NIVEL DE RIESGO A INUNDACION DEL RIO SAN LUCAS, SECTOR BELLA UNION, CAJAMARCA, 2018

ÁREA EXPUESTA INUNDACIÓN

TÍTULO	INDICE DE VALORAMIENTO TOTAL Y NIVEL DE RIESGO A INUNDACION DEL RIO SAN LUCAS, SECTOR BELLA UNION, CAJAMARCA, 2018
AUTORES	ING. VERA, VERA, ESCOBAR, GALARRAGA, GARCIA
COORDINADOR	ING. MARCO ANTONIO BELLA BELLA
REVISOR	ING. GABRIEL S.

M-01



LEYENDA

**NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACION
CASERIO BELLA UNIÓN-CAJAMARCA**

	Muy alto
	Alto

FUENTE

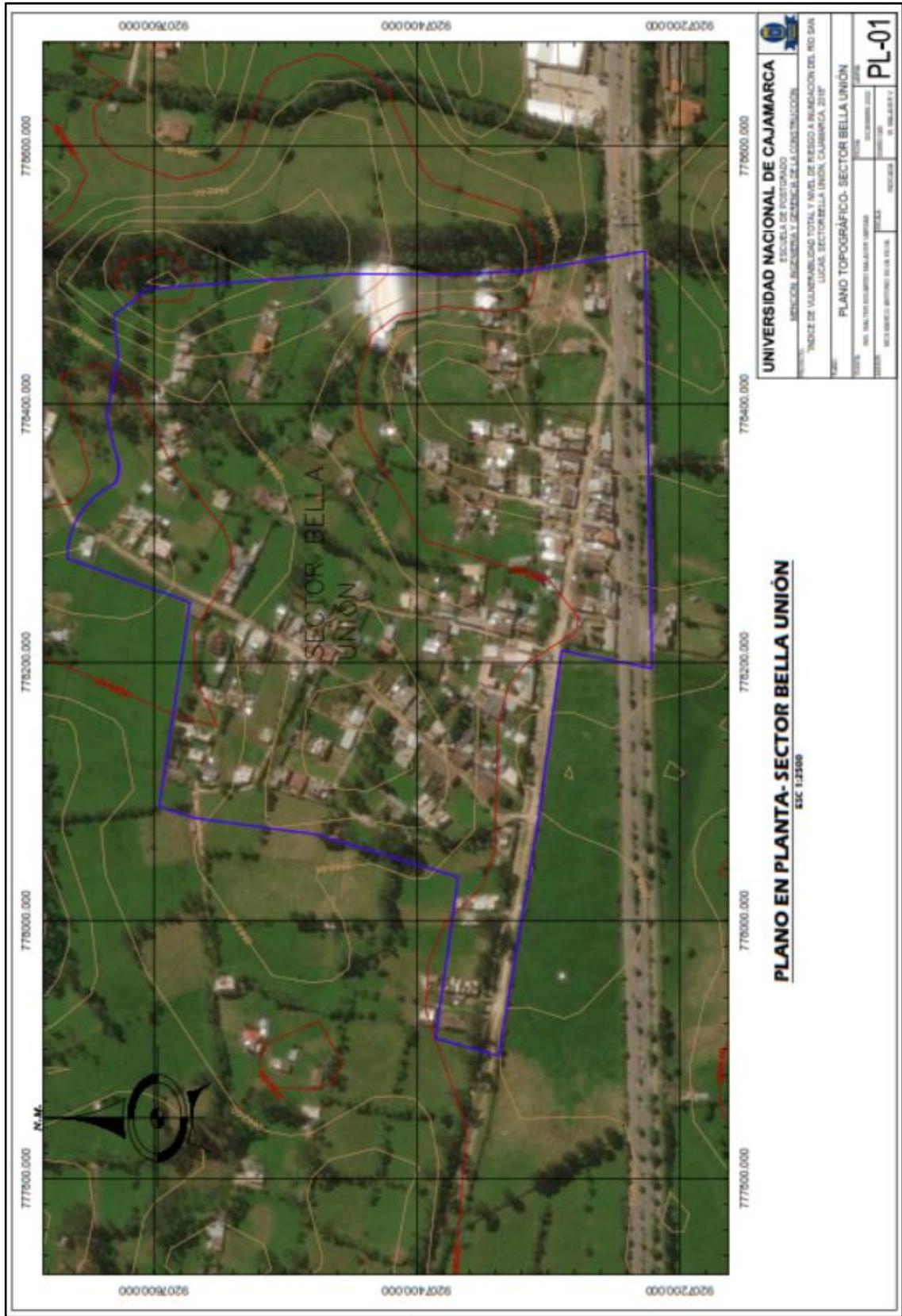


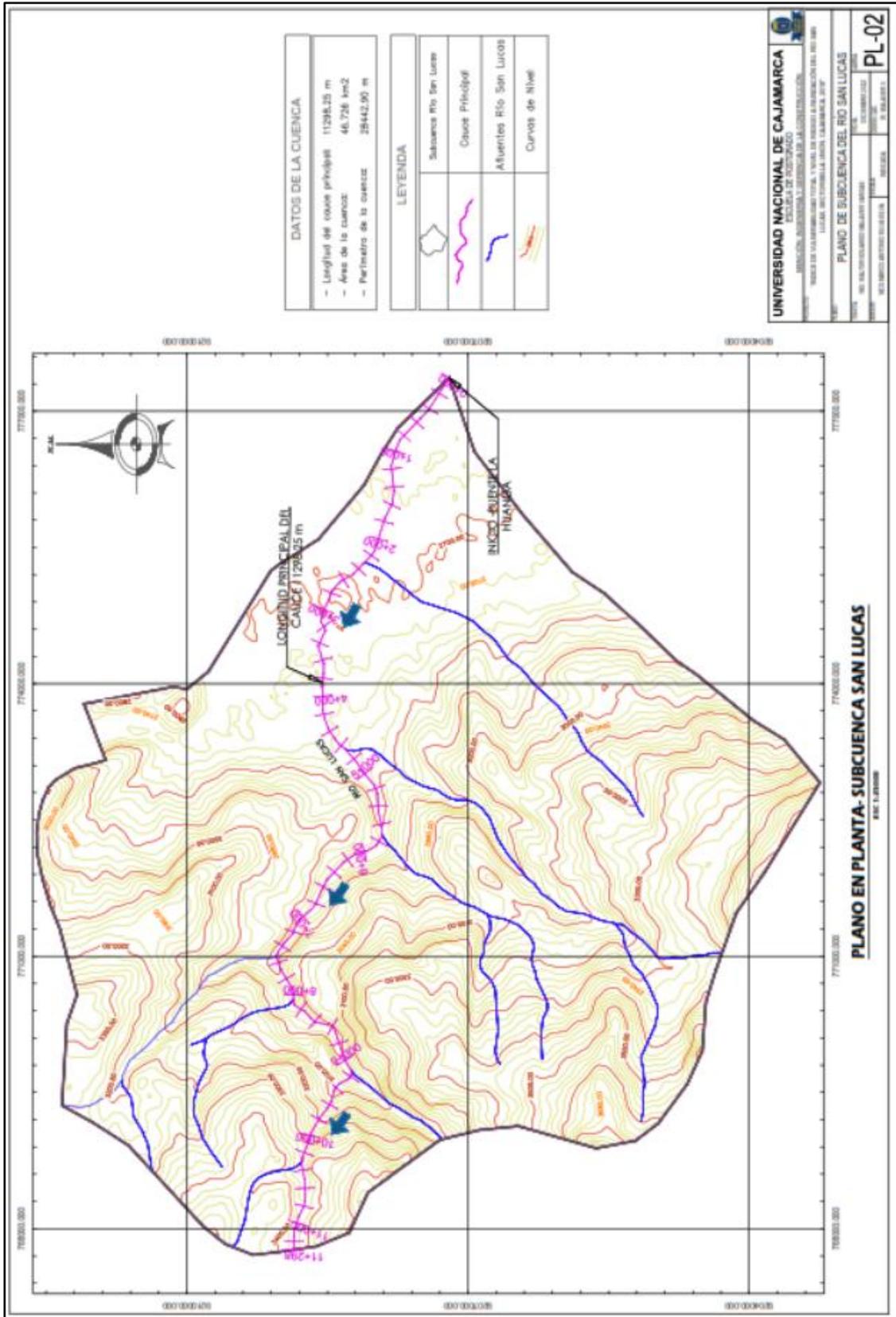

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA DE POSTGRADO
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
 UNIDAD DE VALORACIÓN TOTAL Y NIVEL DE RIESGO A INUNDACION DEL NO SAN
 LUCAS, SECTOR BELLA UNIÓN, CAJAMARCA, 2018

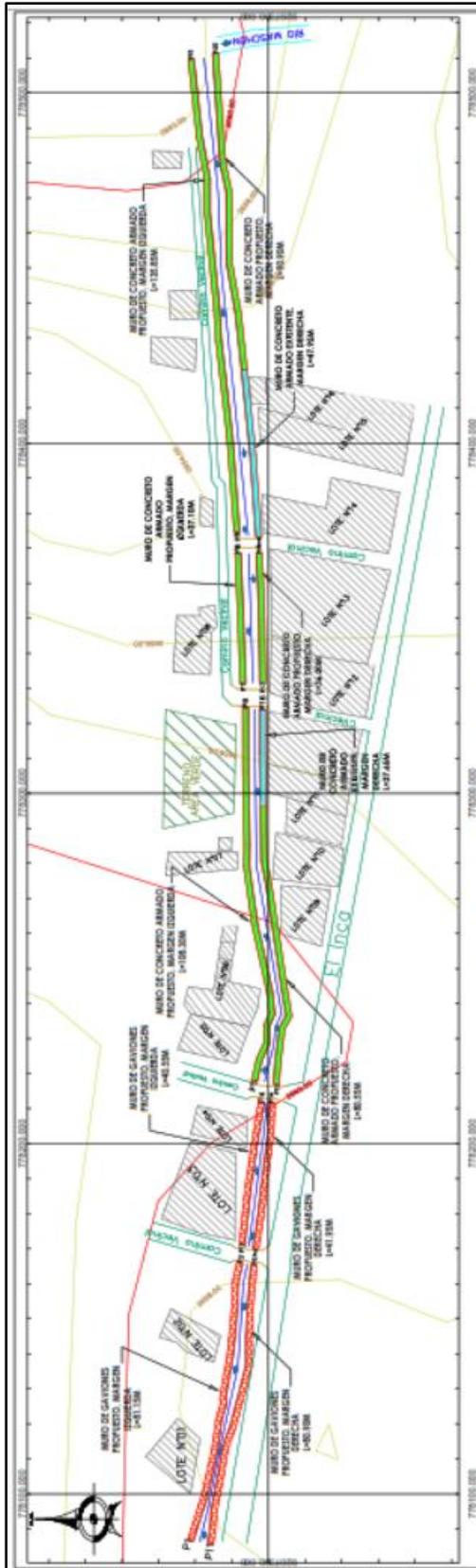
PLANO SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACION- SECTOR BELLA UNIÓN

TÍTULO	FECHA	ESTADO	ESCALA
PLANO SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACION DEL NO SAN LUCAS	2018	EN PROYECTO	1:5000
PROYECTADO POR	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ALVARO GARCIA	ALVARO GARCIA	ALVARO GARCIA	ALVARO GARCIA

M-02







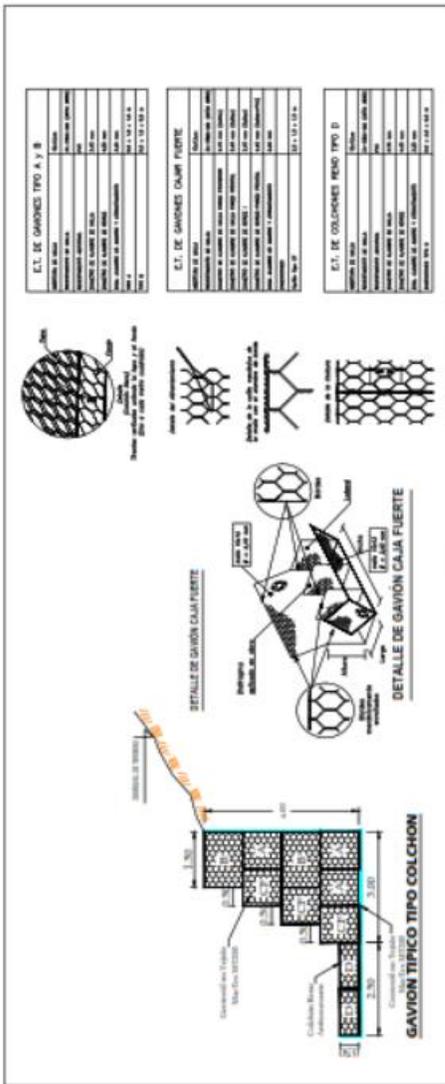
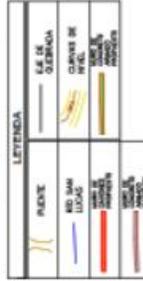
PLANO CLAVE-PROPUESTO
ESC 1:750

TABLA COORDENADAS UNIFORMES LOCALIDAD NO. SAN LUCAS

N° PUNTO	NORTE	ESTE
01	8007301.305	778084.813
02	8007307.878	778165.975
03	8007307.225	778171.841
04	8007301.060	778211.770
05	8007303.875	778217.991
06	8007308.325	778254.419
07	8007307.214	778311.020
08	8007308.379	778368.264
09	8007308.848	778374.242
10	8007301.065	778393.587

TABLA COORDENADAS UNIFORMES LOCALIDAD NO. SAN LUCAS

N° PUNTO	NORTE	ESTE
11	8007313.678	778085.837
12	8007303.833	778145.373
13	8007303.399	778188.845
14	8007298.971	778211.630
15	8007297.802	778217.277
16	8007291.500	778253.889
17	8007301.541	778339.811
18	8007302.401	778308.628
19	8007303.432	778373.250
20	8007314.422	778011.267

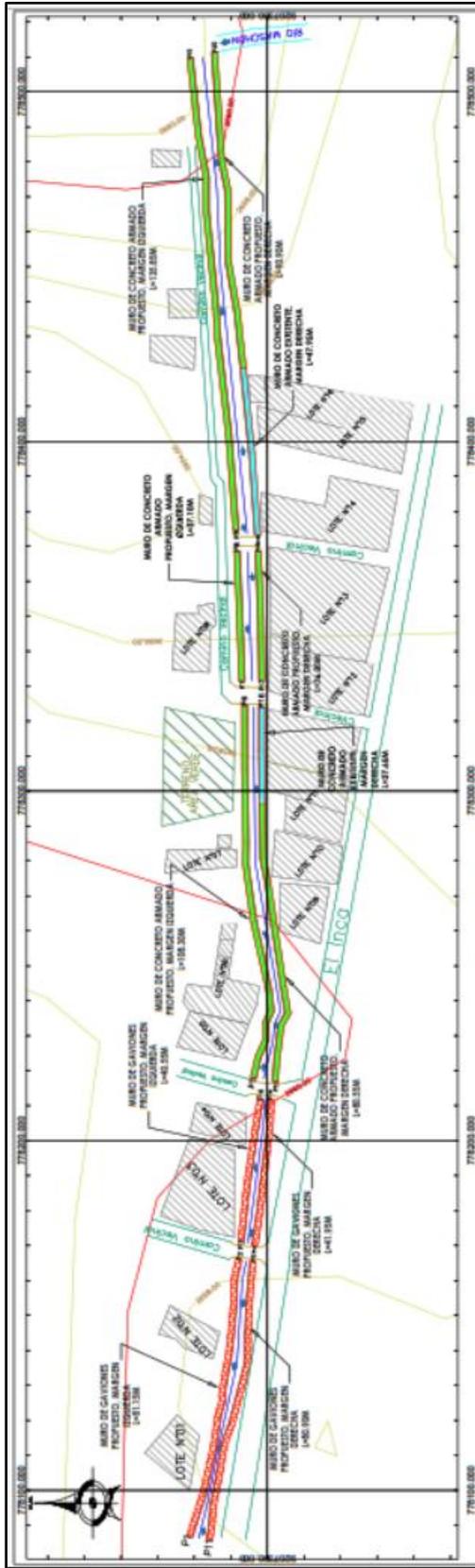


DETALLE DEFENSA RIBERENA
h = 4.00 m
ESC 1:75

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSTGRADO
MENCION: INGENIERIA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCION
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

PLANO CLAVE - PROPUESTA DE REMEDIACION

FECHA: 10 DE AGOSTO 2022
AUTOR: ING. WALTER EDUARDO BALBUENA VARGAS
INDICADOR: W. BALBUENA V.
INDICACION: PL-03



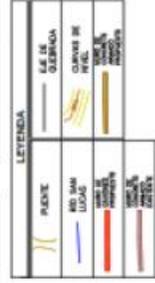
PLANO CLAVE- PROPUESTO
ESC 1:750

TABLA COORDENADAS UTM MARCHEZ ENERCHA 800 SAN LUIS

N° PUNTO	NORTE	ESTE
11	9007375.878	778000.837
12	9007303.823	778145.272
13	9007303.398	778189.840
14	9007208.071	778211.820
15	9007297.863	77817.017
16	9007301.000	77833.888
17	9007301.641	77833.811
18	9007302.451	778308.638
19	9007302.820	778373.260
20	9007314.021	778111.387

TABLA COORDENADAS UTM MARCHEZ ENERCHA 800 SAN LUIS

N° PUNTO	NORTE	ESTE
01	9007321.300	778088.813
02	9007307.879	778165.979
03	9007307.229	778171.541
04	9007300.900	778211.730
05	9007303.830	77817.991
06	9007306.320	778324.439
07	9007307.819	778331.620
08	9007308.379	778368.564
09	9007308.648	778374.665
10	9007321.000	778033.807



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSTGRADO

INFORMACIÓN INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

PLANO CLAVE - PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

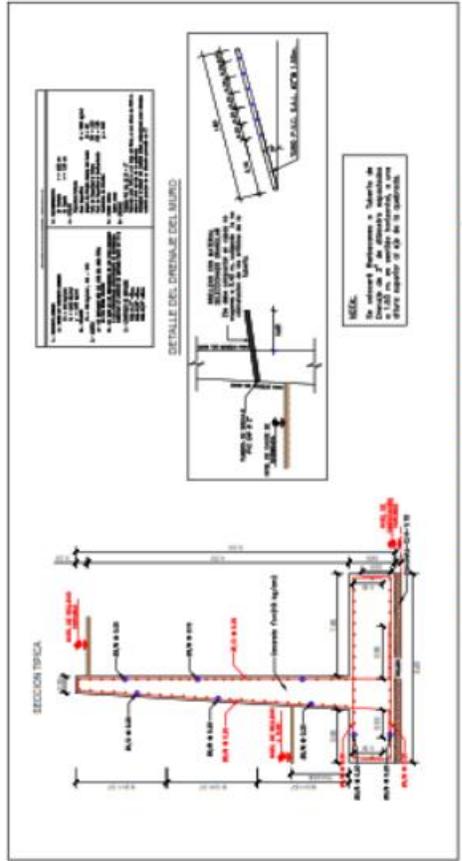
TÍTULO: MUR DE VULNERABILIDAD TOTAL Y NIVEL DE RESISTENCIA A INUNDACION DEL RIO SAN LUIS, SECTOR BELLA UNIÓN, CAJAMARCA, 2018

FECHA: 01 DE DICIEMBRE 2023

PROFESOR: ING. FREDY EDUARDO SALAZAR VARGAS

ESTUDIANTE: MELBAIRDO ANTONIO BELLA BLA

PL-04



DETALLE MURO DE CONTENCIÓN
h= 5.50 m
ESC 1:50