

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEBIDO AL
DESBORDE DEL RÍO CORRAL DEL MEDIO EN LOS CENTROS
POBLADOS INGENIO DE BUENOS AIRES Y PAMPA FLORES DEL
DISTRITO DE BUENOS AIRES MORROPÓN-PIURA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR
NOEMY PEÑA MENOR**

**ASESOR
WILMER MOISES ZELADA ZAMORA
<https://orcid.org/0000-0002-6064-7506>**

Chiclayo, 2022

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEBIDO AL
DESBORDE DEL RÍO CORRAL DEL MEDIO EN LOS CENTROS
POBLADOS INGENIO DE BUENOS AIRES Y PAMPA FLORES DEL
DISTRITO DE BUENOS AIRES MORROPÓN-PIURA**

PRESENTADA POR:

NOEMY PEÑA MENOR

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Richard Paul Pehovaz Alvarez
PRESIDENTE

Francisco Chávez More
SECRETARIO

Wilmer Moises Zelada Zamora
VOCAL

Dedicatoria

En primer lugar, a mi Padre Teófilo Peña Córdova que, aunque ya no está físicamente sé que estaría muy orgulloso de verme convertida en una profesional y que desde el cielo celebra mis logros.

A mi madre, María Paz Menor Díaz porque es una mujer luchadora que me inspira a seguir su ejemplo y a no abandonar el camino que he empezado, gracias por su esfuerzo y ánimo para no rendirme y dar todo de mí.

A mi esposo y compañero, por cada palabra de aliento que me anima a superarme en lo personal, en lo profesional y en cada área de mi vida, gracias por ser mi bastón y no dejarme rendir en los momentos difíciles.

Para mi pequeño niño, por ser mi alegría y inspiración, por ser aquel ser maravilloso que me motiva a luchar para darle un mejor futuro.

Con un especial cariño a mis estimados suegros, Marciano Pérez Cardoso y Roxana Torres Bautista, por ser las personas que siempre creyeron en mí y que nunca dudaron de mi capacidad de lograr lo que me propondría, por todo el apoyo incondicional que me brindaron cuando lo necesité, personas claves en mi crecimiento y desarrollo profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por su gracia y misericordia, ya que de él viene toda sabiduría e inteligencia, y por brindarme salud para poder completar esta investigación desde principio a fin.

A mis padres, suegros y a mi esposo que a pesar de las adversidades vividas estuvieron firmes, apoyándome y dándome ánimo en cada momento.

De manera muy especial, un agradecimiento a mi asesor, el Ingeniero Wilmer Moisés Zelada Zamora, por guiarme y despejar las dudas surgidas durante el desarrollo de la presente tesis, además de su paciencia y dedicación en la enseñanza.

Índice

Resumen	18
Abstract	19
I. Introducción	20
II. Marco teórico.....	22
Antecedentes	22
Bases Teóricas.....	25
III. Metodología	43
IV. Resultados y discusión:.....	72
V. Conclusiones	173
VI. Recomendaciones.....	175
VII. Referencias.....	176
VIII. Anexos.....	178

Lista de tablas

Tabla.1.	Operacionalización de variables.....	43
Tabla.2.	Ubicación geográfica de las estaciones Chalaco y Corrales	50
Tabla.3.	Influencia de estaciones para cada subcuenca.....	50
Tabla.4.	Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Chalaco.....	51
Tabla.5.	Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Corrales.	52
Tabla.6.	Número de curva (CN). Adaptado del software ArcMap 10.5.....	58
Tabla.7.	Tiempo de retardo para cada sub cuenca.....	58
Tabla.8.	Coefficientes de Manning usados en modelado Hidraulico	63
Tabla.9.	Escala de Saaty	68
Tabla.10.	Matriz de consistencia	71
Tabla.11.	Subcuenas del río Corral del Medio	74
Tabla.12.	Determinación de la altitud de frecuencia Media.....	76
Tabla.13.	Cálculo de la pendiente del río corral del medio por método de Taylor Schwarz	78
Tabla.14.	Calculo para determinar la pendiente media de la cuenca	79
Tabla.15.	Construcción del Rectángulo Equivalente.....	80
Tabla.16.	Longitud de drenajes de la cuenca del río Corral del Medio.....	81
Tabla.17.	Cálculo de Densidad de Drenaje de la cuenca del río Corral del Medio.....	82
Tabla.18.	Resumen de Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del río Corral del Medio...	82
Tabla.19.	Método de Datos dudosos, estación Chalaco	83
Tabla.20.	Cálculo aplicando el Método de Datos dudosos, estación Corrales	84
Tabla.21.	Gráfica de Distribución de Probabilidades para la estación Chalaco.....	85
Tabla.22.	Gráfica de Distribución de Probabilidades para la estación Corrales	86
Tabla.23.	Cálculo por el método de Smirnov Kolmogorov - Estación Chalaco.	91
Tabla.24.	Cálculo por el método de Smirnov Kolmogorov - Estacion Corrales.....	92
Tabla.25.	Precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la estación Chalaco.....	93

Tabla.26.	Precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la estación Corrales	93
Tabla.27.	Tabla de precipitaciones para diferentes horas menores a 24 horas – E. Corrales	94
Tabla.28.	Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas- E. Corrales	94
Tabla.29.	Tabla de precipitaciones para diferentes horas menores a 24 horas-E. Chalaco ..	95
Tabla.30.	Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas- E. Corrales	95
Tabla.31.	Cálculo de las constantes para curvas IDF, mediante regresión lineal múltiple ...	96
Tabla.32.	Valores de las curvas IDF- Estación Chalaco	96
Tabla.33.	Cálculo de las constantes para curvas IDF, mediante regresión lineal múltiple ...	97
Tabla.34.	Valores de las curvas IDF- Estación Corrales	98
Tabla.35.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr-5años.....	99
Tabla.36.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr-10años.....	100
Tabla.37.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr=25años.....	101
Tabla.38.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr=50 años.....	102
Tabla.39.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr=100 años.....	103
Tabla.40.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr=200 años.....	104
Tabla.41.	Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, para un Tr=500 años.....	105
Tabla.42.	Caudales para diferentes periodos de retorno.....	106
Tabla.43.	Valores de periodo de retorno según riesgo admisible y vida útil.	107
Tabla.44.	Coefficiente de rugosidad para calculo estadístico de defensas	110
Tabla.45.	Cálculo de tirante hidráulico según Manning para altura de muro de espigones	110
Tabla.46.	Cálculo de altura del muro de encauzamiento, para espigones.....	111
Tabla.47.	Valores para exponente según diámetro de partícula de suelo.....	112
Tabla.48.	Coefficiente B que depende de la frecuencia con que se repite la avenida	112
Tabla.49.	Tirante hidráulico según formula de Manning para altura de muro de Gaviones	122
Tabla.50.	Cálculo de altura del muro de encauzamiento, para espigones.	123
Tabla.51.	Matriz de Comparación de Pares del Parámetro de Evaluación. C.P Pampa Flores.....	128

Tabla.52. Matriz de Normalización de pares del Parámetro de Evaluación. C.P Pampa Flores.....	128
Tabla.53. Matriz de comparación de pares para los Factores Condicionantes. C.P Pampa Flores.....	129
Tabla.54. Matriz de normalización del Factor condicionante. C.P Pampa Flores	129
El valor de IA o índice aleatorio se obtiene mediante el siguiente cuadro	129
Tabla.55. Valores de índice aleatorio para “n=3” para factores condicionantes. CENEPRED.....	129
Tabla.56. Matriz de comparación de pares – Pendiente. C.P Pampa Flores	130
Tabla.57. Matriz de normalización- Pendiente. C.P Pampa Flores.....	130
Tabla.58. Matriz de comparación de pares – Geología. C.P Pampa Flores	131
Tabla.59. Matriz de normalización- Geología. C.P Pampa Flores	131
Tabla.60. Matriz de comparación de pares – Geomorfología. C.P Pampa Flores.....	132
Tabla.61. Matriz de normalización- Geomorfología. C.P Pampa Flores	132
Tabla.62. Matriz de comparación de pares –Factor desencadenante. C.P Pampa Flores....	133
Tabla.63. Matriz de normalización- Factor Desencadenante. C.P Pampa Flores	133
Tabla.64. Resultados de pesos ponderados de los factores condicionantes y desencadenantes. C.P Pampa Flores.....	134
Tabla.65. Cálculo para determinar el nivel de peligrosidad. C.P Pampa Flores	134
Tabla.66. Niveles de peligrosidad. C.P Pampa Flores.....	134
Tabla.67. Estratificación del Nivel de Peligro para el C.P Pampa Flores. Elaboración Propia.....	135
Tabla.68. Matriz de comparación de pares – Dimensión social Pampa Flores.....	136
Tabla.69. Matriz de Normalización- Dimensión social Pampa Flores.....	136
Tabla.70. Matriz de comparación de pares – Dimensión Económica. Pampa Flores.	137
Tabla.71. Matriz de Normalización- Dimensión Económica. Pampa Flores	137
Tabla.72. Elementos Expuestos-Análisis de la Dimensión Social. Pampa Flores	138

Tabla.73. Matriz de comparación de pares- Número de personas por vivienda. Pampa Flores.....	138
Tabla.74. Matriz de Normalización- Número de personas por vivienda. Pampa Flores.....	138
Tabla.75. Matriz de comparación de pares– Grupo Etéreo. Pampa Flores	139
Tabla.76. Matriz de Normalización de elementos expuestos–Grupo Etéreo. Pampa Flores.....	139
Tabla.77. Matriz de comparación de pares– Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. Pampa Flores.....	140
Tabla.78. Matriz de Normalización - Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. Pampa Flores.....	140
Cálculo de Relación de Consistencia	141
Tabla.79. Matriz de comparación de pares - Capacitación en temas de gestion de riesgos por parte de sus autoridades. Pampa Flores.....	141
Tabla.80. Matriz de Normalización– Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades. Pampa Flores	141
Tabla.81. Matriz de comparación de pares– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo. Pampa Flores	142
Tabla.82. Matriz de Normalización– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo. Pampa Flores	142
Tabla.83. Elementos Expuestos para el Análisis de la Dimensión Económica. Pampa Flores.....	143
Tabla.84. Matriz de comparación de pares – Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. Pampa Flores.....	143
Tabla.85. Matriz Normalización– Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. Pampa Flores.....	144
Tabla.86. Matriz de comparación de pares– Material predominante de pared. Pampa Flores.....	144
Tabla.87. Matriz de Normalización– Material predominante de pared. Pampa Flores.....	145
Tabla.88. Matriz de comparación de pares– Material predominante en techo. Pampa Flores.....	145

Tabla.89.	Matriz de Normalización– Material predominante en techo. Pampa Flores.....	146
Tabla.90.	Matriz de comparación de pares– Estado de conservación de la vivienda. Pampa Flores.....	146
Tabla.91.	Matriz de Normalización – Estado de conservación de la vivienda. Pampa Flores.....	147
Tabla.92.	Resultados de pesos ponderados del análisis de vulnerabilidad para el C.P Pampa Flores.....	148
Tabla.93.	Niveles de Vulnerabilidad para el Centro Poblado Pampa Flores	149
Tabla.94.	Estratificación del nivel de vulnerabilidad para el centro poblado pampa flores	149
Tabla.95.	Matriz de riesgo del CP Pampa Flores.	150
Tabla.96.	Niveles de Riesgo del CP. Pampa Flores.	150
Tabla.97.	Estratificación del nivel de riesgo del CC PP Pampa Flores.....	151
Tabla.98.	Matriz de Comparación de Pares– Tiempo de retorno C.P Ingenio.....	152
Tabla.99.	Matriz de Normalización de pares. Tiempo de retorno C.P Ingenio.....	152
Tabla.100.	Matriz de comparación de pares para los Factores Condicionantes. C.P Ingenio.....	153
Tabla.101.	Matriz de normalizacion del Factor condicionante. Elaboración propia.....	153
Tabla.102.	Matriz de comparación de pares – Pendiente. C.P Ingenio.....	154
Tabla.103.	Matriz de normalización- Pendiente. C.P Ingenio.....	154
Tabla.104.	Matriz de comparación de pares – Geología. C.P Ingenio	155
Tabla.105.	Matriz de normalización- Geología. C.P Ingenio.....	155
Tabla.106.	Matriz de comparación de pares – Geomorfología. C.P Ingenio	155
Tabla.107.	Matriz de normalización- Geomorfología. C.P Ingenio	156
Tabla.108.	Matriz de comparación de pares –Caudal. C.P Ingenio	156
Tabla.109.	Matriz de normalización- Caudal. C.P Ingenio.....	156
Tabla.110.	Resultados de pesos ponderados del análisis de vulnerabilidad para el C.P Ingenio.....	157
Tabla.111.	Cálculo para determinar el nivel de peligrosidad para el CC PP Ingenio	158

Tabla.112. Niveles de peligrosidad para el C.P Ingenio	158
Tabla.113. Estratificación del Nivel de Peligro para el Centro Poblado Ingenio.....	158
Tabla.114. Matriz de comparación de pares – Dimensión social CP Ingenio.....	159
Tabla.115. Matriz de Normalización- Dimensión social CP ingenio.....	159
Tabla.116. Matriz de comparación de pares – Dimensión Económica CP Ingenio	159
Tabla.117. Matriz de Normalización- Dimensión social CP Ingenio.....	160
Tabla.118. Elementos Expuestos CP. Ingenio.....	160
Tabla.119. Matriz de comparación de pares– Número de personas por viviendas. C.P Ingenio.....	161
Tabla.120. Matriz de Normalización de elementos expuestos– Número de personas por viviendas. C.P Ingenio	161
Tabla.121. Matriz de comparación de pares– Grupo Etnico. C.P Ingenio	162
Tabla.122. Matriz de Normalización– Número de personas por viviendas. C.P Ingenio	162
Tabla.123. Matriz de comparación de pares – Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. C.P Ingenio	163
Tabla.124. Matriz de Normalización– Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. C.P Ingenio.....	163
Tabla.125. Matriz de comparación de pares– Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades. C.P Ingenio.....	164
Tabla.126. Matriz de Normalización– Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades. C.P Ingenio	164
Tabla.127. Matriz de comparación de pares– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo. C.P Ingenio	165
Tabla.128. Matriz de Normalización– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo. C.P Ingenio	165
Tabla.129. Elementos Expuestos para el Análisis de la Dimensión Económica.....	166
Tabla.130. Matriz de comparación de pares– Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. C.P Ingenio.....	166

Tabla.131. Matriz Normalización– Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. C.P Ingenio.....	166
Tabla.132. Matriz de comparación de pares– Material predominante de pared. C.P Ingenio.....	167
Tabla.133. Matriz de Normalización– Material predominante de pared. C.P Ingenio.....	167
Tabla.134. Matriz de comparación de pares– Material predominante en piso. C.P Ingenio.....	167
Tabla.135. Matriz de Normalización– Material predominante en piso. C.P Ingenio.....	168
Tabla.136. Matriz de comparación de pares– Material predominante de techo. C.P Ingenio.....	168
Tabla.137. Matriz de Normalización– Material predominante de techo. C.P Ingenio.....	168
Tabla.138. Resultados de pesos ponderados del análisis de vulnerabilidad. C.P Ingenio.....	169
Tabla.139. Niveles de Vulnerabilidad del C.P Ingenio	170
Tabla.140. Estratificación del nivel de vulnerabilidad para el C.P Ingenio	170
Tabla.141. Matriz de niveles de riesgo para el C.P Ingenio del distrito de Buenos Aires. ...	171
Tabla.142. Niveles de Riesgo del C.P Ingenio	171
Tabla.143. Estratificación del Nivel de riesgo del CP. Ingenio	172

Lista de figuras

Fig.1.	Cuencas Hidrográficas e Hidrológicas [3]	25
Fig.2.	División de una cuenca Hidrográfica.[4]	26
Fig.3.	Delimitación de una cuenca [5]	26
Fig.4.	Clasificación del Factor de Forma [9].....	28
Fig.5.	Curva Hipsométrica de una cuenca [6]	29
Fig.6.	Ejemplo de Polígono de Frecuencia de altitudes [6].....	29
Fig.7.	Perfil Longitudinal de un cauce [2].....	30
Fig.8.	División de longitud de río por método de Taylor Schawars [2].....	31
Fig.9.	Hidrograma Unitario de Snyder [8]	34
Fig.10.	Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia [6].....	36
Fig.11.	Partes de un río [9].....	37
Fig.12.	Sección Transversal de un río [10]	38
Fig.13.	Lecho rígido y Lecho móvil de un río [11]	38
Fig.14.	Canal Hidráulico [11]	39
Fig.15.	Sección de canal Hidráulico [11].....	39
Fig.16.	Coeficientes de rugosidad de Manning [13].....	40
Fig.17.	Malla no estructurada en software Iber [14].....	41
Fig.18.	Delimitación de las curvas de nivel de la cuenca del río corral del medio. Elaboración propia.....	48
Fig.19.	Delimitación de la cuenca hidrográfica del río Corral del Medio en formato vectorial. Elaboración Propia	49
Fig.20.	Estaciones pluviométricas cercanas a la cuenca del río Corral del Medio. Elaboración Propia.....	50
Fig.21.	Variación de precipitaciones de la estación de Chalaco. Elaboración propia	51
Fig.22.	Variación de precipitaciones de la estación de Chalaco. Elaboración propia.....	52
Fig.23.	Modelado de la cuenca corral del medio. Extraído del software Hec-Hms	57
Fig.24.	Método SCS. Extraído del software Hec-Hms	57

Fig.25. Opción Basin Model- Transform. Extraído del software Hec-Hms	59
Fig.26. Calibración del modelo meteorológico. Extraído del software Hec-Hms	59
Fig.27. Componente de control de especificaciones. Extraído del software Hec-Hms	59
Fig.28. Componente Time Series Data. Extraído del software Hec-Mms.....	60
Fig.29. Caudal máximo= 50 años. Extraído de software Hec-Hms.....	60
Fig.30. Curva de nivel del área de estudio. Adaptado del software Civil 3D.....	61
Fig.31. Modelo de Elevación Digital (DEM). Adaptado en el software Qgis.....	61
Fig.32. Polígono en planta de la zona de estudio. Extraído de software Iber.....	62
Fig.33. Asignación de la rugosidad de Manning. Extraído de software Iber	62
Fig.34. Asignación de la condición de contorno de Entrada. Adaptado del Software Iber ..	63
Fig.35. Asignación de la condición de contorno de Salida. Adaptado del Software Iber.	63
Fig.36. Asignación del mallado. Adaptado del Software Iber.	64
Fig.37. Mallado de las diferentes areas de topografía. Adaptado del Software Iber.	64
Fig.38. Inserción de malla en formato ASCII. Extraido del software Iber.....	64
Fig.39. Inserción de parámetros de tiempo de procesado. Extraido del software Iber	65
Fig.40. Visualización de resultados del modelado. Extraído del software Iber.....	65
Fig.41. Parámetros para la identificación y caracterización del peligro. CENEPRED [16] ..	67
Fig.42. Clasificación del tamaño de cuencas [2]	72
Fig.43. Área y Perímetro de la cuenca del río Corral del Medio. Extraido del software ArcMap 10.5.....	72
Fig.44. Longitud Axial de la cuenca en estudio. Adaptado en el software ArcMap 10.5.....	73
Fig.45. Ancho de cuenca del río Corral del Medio. Adaptado al software ArcMap 10.5	73
Fig.46. Delimitación de Subcuencas del Río corral del Medio. Adaptado al software ArcMap 10.5.....	74
Fig.47. Clasificación de coeficiente de compacidad [2]	75
Fig.48. Clasificación de factor de forma [2]	75
Fig.49. Curva Hipsométrica y de Frecuencia de altitudes. Elaboración propia.....	76
Fig.50. Perfil longitudinal del río corral del medio. Elaboración propia	77

Fig.51. Cuenca del río Corral del Medio con Orden de Ríos. Elaboración propia.	81
Fig.52. Gráfica de Bondad y Ajuste de la distribución normal para la estación Chalaco. Elaboración propia	87
Fig.53. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Log-Normal para la estación Chalaco. Elaboración propia	87
Fig.54. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Log-Pearson III- estación Chalaco. Elaboración propia	87
Fig.55. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Pearson III para la estación Chalaco. Elaboración propia	88
Fig.56. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Gumbel para la estación Chalaco. Elaboración propia	88
Fig.57. Gráfica de Bondad y Ajuste de la distribución normal para la estación Corrales. Elaboración propia	89
Fig.58. Gráfica de Bondad y ajuste de la distribución Log-normal para la estación Corrales. Elaboración propia	89
Fig.59. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Gumbel para la estación Corrales. Elaboración propia	89
Fig.60. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Pearson III para la estación Corrales. Elaboración propia	90
Fig.61. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Log-Pearson III para la estación Corrales. Elaboración propia	90
Fig.62. Curvas IDF Estación Chalaco. Elaboración propia	97
Fig.63. Curvas IDF Estación Corrales. Elaboración propia.....	98
Fig.64. Hietograma de precipitación para un $Tr= 5$ años. Elaboración propia.....	99
Fig.65. Hietograma de precipitación para un $Tr=10$ años. Elaboración propia	100
Fig.66. Hietograma de precipitación para un $Tr= 25$ años. Elaboración propia	101
Fig.67. Hietograma de precipitación para un $Tr= 50$ años. Elaboración propia.....	102
Fig.68. Hietograma de precipitación para un $Tr=100$ años. Elaboración propia.....	103
Fig.69. Hietograma de precipitación para un $Tr= 200$ años. Elaboración propia.....	104

Fig.70. Hietograma de precipitación para un Tr= 500 años. Elaboración propia.....	105
Fig.71. Proyección para un periodo de retorno de 50 años con datos de caudales. Adaptado del software River	107
Fig.72. Calado en tramo 1 del C.P. Pampa Flores -PR 50 años. Adaptado del software Iber.....	108
Fig.73. Velocidades en tramo 1 del C.P. Pampa Flores PR-50 años. Adaptado del software Iber.....	108
Fig.74. Erosión en la margen izquierda de río Corral del Medio en el tramo 1. Adaptada de Dron Phantom 4 pro	109
Fig.75. Tirantes hidráulicos en software Iber para altura de muro de espigones. Adaptado del software Iber.....	111
Fig.76. Fórmula para el cálculo de socavación en Espigón [19]	112
Fig.77. Sección Típica de espigón de enrocado proyectado. Elaboración propia.	114
Fig.78. Modelado de defensa tipo Espigón. Adaptado del software Iber.....	115
Fig.79. Mapa de velocidades reducidas por la colocación del Espigón a la margen izquierda río corrales. Adaptado de software Iber.	116
Fig.80. Mapa de calado en tramo 2 del C.P. Pampa Flores. Adaptado del software Iber....	116
Fig.81. Mapa de cotas de agua -Tramo 2 en el C.P. Pampa Flores. Adaptado del software Iber.....	117
Fig.82. Cotas de terreno – Tramo 2 en el C.P. Pampa Flores. Adaptado del programa Civil 3D.....	117
Fig.83. Distancia desde la orilla hasta C.P. Pampa Flores. Elaboración propia.	118
Fig.84. Mapa de velocidades en el tramo 2 del centro poblado Pampa Flores. Adaptado del software Iber.....	118
Fig.85. Características de Enrocado Proyectado tramo 2 del C.P Pampa Flores. Elaboración Propia.....	119
Fig.86. Representación de Gavión en mallado en Iber. Adaptado del software Iber	120
Fig.87. Mapa de velocidades con protección de Gavión en tramo 2. Adaptado de Iber	120

Fig.88. Mapa de área inundable, debido al desborde del río corral del medio en C.P Ingenio. Adaptado del software Iber	121
Fig.89. Sección Típica de Gavión para el C.P. Ingenio. Elaboración propia	124
Fig.90. Ubicación de cotas de terreno para el modelado del dique de enrocado. Adaptado de Iber.....	125
Fig.91. Gavión enrocado modelado en el mallado. Adaptado del software Iber.....	125
Fig.92. Mapa de modelado de río con Defensa de enrocado ubicado en el C.P Ingenio. Adaptado del Software Iber.....	126
Fig.93. situación topográfica del C.P. Pampa Flores en el año 2016. Adaptado de Google Imágenes.....	127
Fig.94. Situación topográfica del centro poblado Pampa Flores en el año 2020. Dron Phantom 4 pro.....	127

Resumen

La presente tesis comprende la evaluación del riesgo por inundación debido al desborde del río corral del medio en los centros poblados Ingenio y Pampa flores del distrito de Buenos Aires provincia de Morropón, departamento de Piura, por lo que para dicha evaluación se ha realizado un reconocimiento topográfico del terreno con el pequeño vehículo aéreo no tripulado Dron Phantom 4 pro a una altura máxima de 120 m, realizando un recorrido de 386.9 hectáreas de terreno como zona de estudio, de las cuales 29,4 hectáreas corresponden al río Corral del Medio el mismo que tiene una extensión de 4.150 km de longitud.

Habiendo realizado el procesamiento de la información, como parte del análisis geomorfológico se tiene una extensión de 357.402 km² de cuenca, subdividida en sus cuatro microcuencas tributarias, posteriormente con las precipitaciones obtenidas y analizadas estadísticamente se obtuvo las curvas IDF y hietogramas para los diferentes periodos de retorno, siendo estos datos los que se exportaron al software HEC-HMS para la evaluación hidrológica, teniendo así los caudales de 596.30 m³/s, 690.80 m³/s, 796.10 m³/s y 953.60 m³/s para los periodos de retorno de; 50,100,200 y 500 años respectivamente.

Al realizar el análisis hidráulico en el modelo matemático Iber se obtuvieron diferentes mapas de inundación, permitiendo así realizar las recomendaciones de las estructuras de defensas como Espigones en los km (0+160 – 0+620) debido a las altas velocidades, En los km (0+640 – 1+300) se dispone la colocación de Gaviones dada a la cercanía del pueblo con el río y la erosión en las riberas que el agua genera y Para el C.P Ingenio se determina colocar Diques como defensa ribereña para contener el paso del agua.

Finalmente se realiza el análisis de riesgo teniendo que; para el C.P Pampa Flores existe un riesgo por erosión muy alto en un 55%, riesgo alto en un 38% y dentro de un 3% y 4% de las viviendas están en un nivel de riesgo medio y bajo respectivamente. Se prevé inundaciones en el C.P Ingenio para lo cual; el 14% y 72% de las edificaciones se encuentran en un nivel muy alto y alto, además del 7% en un nivel medio y bajo.

Palabras clave: Inundación, Geomorfología, Hidráulica fluvial, Hidrología, Riesgo.

Abstract

This thesis includes the evaluation of flood risk due to the overflow of the Corral del Medio river in the Ingenio and Pampa flores villages in the district of Buenos Aires, province of Morropón, department of Piura, so for this evaluation a topographic reconnaissance of the terrain has been carried out with the small unmanned aerial vehicle Dron Phantom 4 pro at a maximum height of 120 m, covering a distance of 386.9 hectares of land as a study area, of which 29.4 hectares correspond to the Corral del Medio River, which has an extension of 4,150 km in length.

After processing the information, as part of the geomorphological analysis, we have an extension of 357,402 km² of watershed. 402 km² of basin, subdivided in its four tributary micro-basins, later with the precipitations obtained and statistically analyzed the IDF curves and hietograms were obtained for the different return periods, being these data those that were exported to the software HEC-HMS for the hydrological evaluation, thus having the flows of 596.30 m³/s, 690.80 m³/s, 796.10 m³/s and 953.60 m³/s for the return periods of; 50,100,200 and 500 years respectively.

When performing the hydraulic analysis in the Iber mathematical model, different flood maps were obtained, thus allowing the recommendations of the defense structures such as breakwaters in the km (0+160 - 0+620) due to the high velocities, in the km (0+640 - 1+300) the placement of gabions is provided due to the proximity of the town to the river and the erosion on the banks that the water generates and for the C.P Ingenio it is determined to place dikes as a riparian defense to contain the passage of water.

Finally, the risk analysis shows that 55% of the Pampa Flores C.P is at very high risk of erosion, 38% is at high risk, and 3% and 4% of the houses are at medium and low risk, respectively. Floods are expected in the Ingenio C.P for which 14% and 72% of the buildings are at a very high and high level, in addition to 7% at a medium and low level.

Keywords: Flooding, Geomorphology, Fluvial hydraulics, Hydrology, Risk.

I. Introducción

La UNESCO [1] informa que, a lo largo de estos últimos 20 años, uno de los desastres más importantes son las inundaciones las cuales causaron aproximadamente más de 166,000 muertes, dejando afectados a otros tres mil millones de personas y dejaron un daño económico casi total de 700 mil millones de dólares.

En el Perú las inundaciones así como sus consecuencias son un problema frecuente cada año , adicional a esto la existencia del fenómeno de El Niño incrementa el flujo de los río que fluye desde la región andina hacia la costa, desbordandolos y causando estragos a lo largo de todo su paso , finalizando sus estrágos en las ciudades costeras en la parte norte del país, tales como Tumbes, Piura y Lambayeque.

Es así que el distrito de Buenos Aires al encontrarse ubicado en la provincia de Morropón del departamento de Piura , justamente en la parte alta de la cuenca del rio Piura, donde al producirse las fuertes lluvias, ocasionan un aumento del caudal del río corral del medio, que su paso por los C.P Pampa Flores y Ingenio del distrito de Buenos Aires, causa no solo importantes inundaciones, sino que se evidencia un fenómeno erosivo y como consecuencia el lecho del río va socavando en el C.P Pampa Flores, dando paso a un futuro proceso de inundación.

Dicha condición crítica supone un riesgo en la salud , integridad y vida de los habitantes de ambos centros poblados, dichos antecedentes son indicadores de la probabilidad de recurrencia de éste evento, y se ha podido apreciar in situ que los pobladores se encuentra expuestos a peligros por Inundación como consecuencia de proceso erosivo.

De continuar con la falta de planificación urbana en áreas ribereñas al rio Corral del Medio , así como también las obras de regularización hídrica a la altura de la cuenca, y la no colocacion de defensas en los margenes del río, hace que el nivel de riesgo frente a procesos de inundación por desborde del rio, y erosión sean inminentes.

Por lo tanto, para aplacar los efectos y tener claro los alcances de un posible desborde, es imprescindible realizar un modelamiento Hidrológico e Hidráulico del rio Corral del Medio, donde el proceso de simulación permitirá poner en aviso a las autoridades correspondientes y población para que se tomen las medidas de seguridad adecuadas.

Con ello surge la Formulación del Problema ¿Cuál es el nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundación, de los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores del distrito de Buenos Aires, ubicados en la provincia de Morropón-Piura, como

consecuencia del desborde del río Corral del Medio en su margen izquierda y en épocas de máximas avenidas?

Por lo cual se expone como Justificación Social ; La presente investigación permitirá que la población y autoridades de la Municipalidad de Buenos Aires- conozcan el nivel de riesgo que existe en la población y terrenos, de sufrir un evento extraordinario de inundación, y los estragos que produciría su magnitud , esta investigación también permitirá que se tome todas las acciones necesarias para mitigar las pérdidas humanas, materiales, etc. que se pueda dar, para así garantizar la integridad y salud física de sus pobladores ; Justificación Económica ; Es justificable económicamente ya que busca disminuir los daños y pérdidas económicas que se generaron en los años 2012 y 2017, los mismos en los que se presentó el fenómeno El Niño, dejando un total de 390 damnificados, 35 viviendas colapsadas, 30% de agua y 15% de desague afectados, además del deterioro de 8.8 km de superficie de rodadura en las vías urbanas, así como la inundación de aproximadamente 12 hectareas de terrenos de cultivo, también afectó a la infraestructura de riego y obras de arte. Debido a ello podemos decir que los desbordes del río Corral del Medio generan un gran daño económico el cual hasta el día de hoy ha sido difícil de reparar; y finalmente es Justificable técnicamente ya que este proyecto de investigación tiene contribuciones multidisciplinarios no solo en el área de hidrología, geología y riesgo, sino también en la hidráulica Fluvial con el manejo de nuevos softwares que facilitan el modelado de los ríos, haciendo posible proyecciones futuras, minimizando la magnitud de desastres y por ende posibilitando nuestra investigación.

Por ende para el desarrollo de dicho Proyecto de investigación se proponen el Siguiete Objetivo General; Realizar la evaluación hidrológica e hidráulica con el modelo matemático Iber para determinar el riesgo por inundación en los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores pertenecientes al distrito de Buenos Aires –Morropón ; Además de los siguientes objetivos específicos tales como ; Elaborar los mapas de inundación causados por el desborde del rio Corral del Medio para diferentes periodos de retorno; Determinar el nivel de vulnerabilidad a la que está expuesta los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores , pertenecientes al Distrito de Buenos Aires – Morropón ; Determinar el nivel de peligro a la que está expuesta los centros poblados Ingenio de Buenos distrito Aires y Pampa Flores pertenecientes al distrito de Buenos Aires – Morropón ; Determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Corral del Medio; Simular una estructura Hidráulica para mitigar los impactos negativos que genera la inundación.

II. Marco teórico.

Antecedentes

A continuación, se muestra diversas investigaciones que ponen en evidencia problemáticas en relación con presente tesis “EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEBIDO AL DESBORDE DEL RÍO CORRAL DEL MEDIO EN LOS CENTROS POBLADOS INGENIO DE BUENOS AIRES Y PAMPA FLORES DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES MORROPÓN-PIURA” las mismas que son analizadas y modeladas en el software IBER para determinar mapas de zonas inundables y evaluando el nivel de riesgo de los habitantes, áreas agrícolas, materiales etc., de las zonas ribereñas de principalmente ríos, dando como consecuencia un serie de inundaciones, las mismas que son analizadas en cada una de las tesis .

Jairo Leonardo Aguilar Sarmiento, Marcelo Eduardo Patiño Jara 2017 (ECUADOR): Evaluación De Las Condiciones Hidráulicas En Esteros Y Canales Mediante Modelamiento Hidrodinámico 1d Y 2d.

En dicha tesis [3], cuya área de estudio se encuentra en cantón Durán en la Provincia del Guayas, en donde en épocas de invierno las inundaciones afectan en gran manera a sus habitantes, este proyecto tuvo como objetivo evaluar las condiciones hidráulicas de los esteros y canales ubicados en dicha zona, realizando el modelamientos matemático del flujo, usando los modelos matemáticos HEC-RAS en 1-D e IBER en 2-D con la finalidad de determinar, las velocidades y, niveles de flujo en cada uno de los esteros y canales , ya que con esta modelación matemática proporcionará mapas de inundación para diferentes caudales de crecida siendo de 5, 25 y 100 años, los mismos que permitieron identificar zonas expuestas a inundaciones y por ende de riesgo de desastres.

Yuri Alejandra Caicedo Páez 2017 (COLOMBIA): Modelación Hidrodinámica Para La Determinación De Alertas Tempranas Por Inundación En La Ecorregión De La Mojana - Nechí, Antioquia

[4] La tesis mencionada muestra los resultados de la modelación hidráulica para cierto tramo del río Ctalamochita de la provincia de Córdoba en Argentina, cuyo objetivo fue identificar las diferentes áreas inundables para prevenir futuras catástrofes y que les permitiera tomar decisiones sobre las áreas que se encontraran en riesgo, haciendo uso del modelo matemático Iber.

Como parte de sus conclusiones se obtuvo mapas de inundaciones donde se puede evidenciar la afección de la inundación al municipio de Nechí. Obteniendo los mapas de inundación, con diferentes velocidades en promedio de 0.6m/s y con alturas de entre 1m y 3m, estos resultados pueden ser insumo para la alcaldía del municipio para la proyección de futuras defensas que ayuden a mitigar los impactos de inundación, es así que dicha investigación prevé los posibles desastres para que con ello se puedan lograr desarrollar proyectos futuros de infraestructura en las zonas determinadas como riesgo.

Jean Franco Alexander Hernández Regalado 2018 (PERÚ): Zonificación De Áreas Inundables De La Localidad De Santa Bárbara Ocasionado Por Avenidas Extraordinarias De La Quebrada Sambarbamba – Baños Del Inca

Hernández [5] explica que debido a que el departamento de Cajamarca, no es ajeno a intensas precipitaciones pluviales vinculados a la presencia del fenómeno El Niño , se determinó realizar una investigación en la que se pretende identificar y cuantificar las áreas con riesgo a inundaciones en la localidad de Santa Bárbara, para diferentes periodos de retorno; siendo este el primer paso para la toma de decisiones y medidas de prevención, para hacer frente a los riesgos que se puedan producir en un futuro .

Para ésta tesis se obtuvo como parte de sus conclusiones que identificaron como zonas críticas de desborde para un $Tr = 10$ años un tramo total de 402 m en la margen derecha y 154 m. en la margen izquierda; para un $Tr = 50$ años un tramo total de 452 m en la margen derecha y 207 m. en la margen izquierda; para un $Tr = 100$ años un tramo total de 496 m en la margen derecha y 291 m. en la margen izquierda y para un $Tr = 200$ años un tramo total de 561 m en la margen derecha y 317 m. en la margen izquierda.”

Mayumi Naisha Sequeiros Cuba, Susan Lucero Farfán Encalada 2019: Evaluación Hidrológico E Hidráulico Con El Modelo IBER Para Determinar El Riesgo Por Inundación En La Población Ribereña Al Rio Qochoq, Provincia Calca - Región Cusco 2017.

Esta tesis [6], tiene como objetivo realizar una evaluación hidrológica e hidráulica con el modelo matemático IBER para determinar el Riesgo por Inundación en la población que habita al margen al rio Qochoq, en la que de acuerdo al análisis hidrológico las zonas ribereñas de la ciudad Calca se encuentran en un nivel de riesgo medio por inundación para un periodo de retorno de 50 años y un riesgo de nivel alto para los periodos de retorno de entre 100 y 500 años debido a que este fenómeno afectaría en gran manera a las

infraestructuras como los siguientes colegios e instituciones importantes Humberto Luna, Nuestra Señora de Belén, Cesar Vallejo, la Plaza Principal, Comisaria, Municipalidad Provincial, Gubernatura y viviendas.”

Diana Yosdali García Tocto 2019: Modelado Hidráulico Del Río Amojú Aplicando El Software IBER Para Zonificar Áreas Inundables En La Ciudad De Jaén, Perú

García [7] explica que su tesis tiene como objetivo realizar un modelo hidráulico del río Amojú a lo largo del tramo urbano de la ciudad de Jaén, con el software IBER , con la finalidad de identificar zonas de mayor probabilidad de inundación frente a fenómenos pluviométricos de considerable intensidad ; dando como parte de sus conclusiones para un tiempo de retorno de 140 años y un riesgo admisible de 0.25, las áreas que presentarían un mayor área inundable serán en total 0.929 hectáreas; en un segundo grupo ubicado en la Zona 2 un total de 0.482 hectáreas inundables; en la ubicación denominada zona 5, con 0.504 hectáreas inundables; y donde la mayor área de inundación está ubicada en la zona 6 es decir al margen derecho que corresponde al sector San Camilo con un área total de 2.633 hectáreas inundables.”

Bach. Rodríguez Montalván Manuel Víctor, Bach. Vera Quipuscoa Luis Enrique 2018: Análisis Hidrológico E Hidráulico De La Quebrada Del Río Cajas Ubicado Junto Al Campo Deportivo En El Anexo De Huarichaca, Distrito De Tayabamba, Provincia De Pataz, Región La Libertad.

La tesis propuesta [8], desarrolla un modelo hidráulico del río Cajas incluyendo, el cual se encuentra cerca a el campo deportivo del anexo de Huarichaca en el distrito de Tayabamba, donde se plantea la hipótesis si esta obra podría sufrir inundación debido a estar en contacto directo con el río Cajas debido a los aumentos del caudal en temporadas de máximas avenidas; donde el área más afectada sería la población que de Huarichaca ya que son ellos lo que usan esta infraestructura.

Como resultado de la modelación se concluyó la alta vulnerabilidad a un fenómeno de inundación en parte del Campo Deportivo de Huarichaca para un periodo de retorno de 50 años, lo permitiendo a las autoridades correspondientes tomar medidas preventivas y realizar de manera inmediata diseños para mitigar los daños.

Bases Teóricas

Hidrología

Villón [2]. Explica que la hidrología es una ciencia natural que estudia al recurso del agua, tanto su ocurrencia, circulación o distribución en el espacio terrestre, al igual que sus propiedades tanto químicas como físicas, así como su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

Cuencas Hidrográficas

Según Villón [2]. La cuenca hidrográfica es el área de terreno donde todas las aguas producto de las precipitaciones escurren y se unen para dar lugar a un solo curso de agua, en la que cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de recorrido.

Es importante mencionar que una cuenca incluye sus ecosistemas ya sea terrestres tales como, selvas; matorrales; bosques; manglares; pastizales; etc., así como acuáticos tales como, ríos; humedales; lagos; etc., y sus límites se determinan desde donde escurre el agua, la misma que precipita dentro del área que se ha delimitado por el parteaguas, hasta el punto de salida.

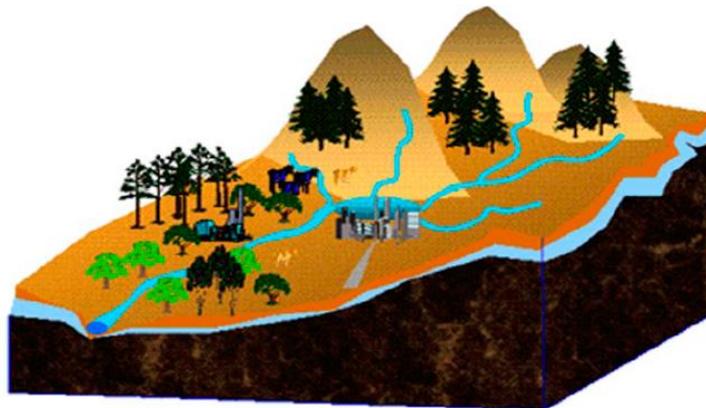


Fig.1. Cuencas Hidrográficas e Hidrológicas [3]

División de una cuenca hidrográfica

Cuenca alta: compuesta por las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, región donde se produce la mayor cantidad de precipitaciones fluviales. La temperatura es muy baja, su estabilidad es cero y se produce una gran cantidad de precipitados sólidos y líquidos.

Cuenca media: está constituida por las valles y tierras onduladas, generalmente por la parte donde el río empieza a ondular, es también donde las aguas reunidas en las partes altas y en donde el río principal conserva un cauce definido.

Cuenca baja o zonas transicionales: Ubicada en territorios bajos donde el río desemboca a ríos mayores o esteros o humedales, esta cuenca baja refleja los impactos de las acciones que se producen en las cuencas de arriba.

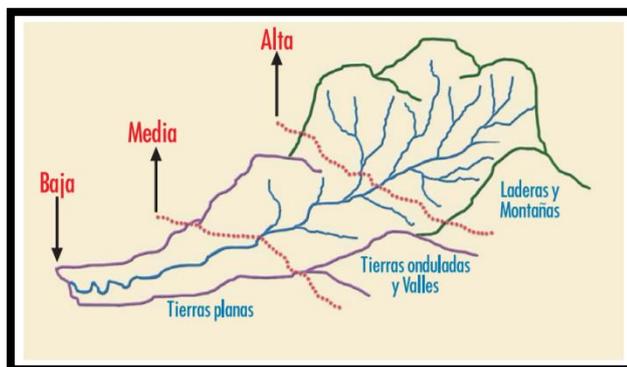


Fig.2. División de una cuenca Hidrográfica.[4]

Parámetros Morfológicos y Delimitación de una cuenca:

Según Villón [9]. Una cuenca se delimita, sobre un mapa o plano, siguiendo las líneas del *divortium acuarum* (Divisora de aguas) o llamado parteaguas, las mismas que limitan o divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento ocasionado por las precipitaciones que en cada sistema fluye hasta un punto de salida de la cuenca.

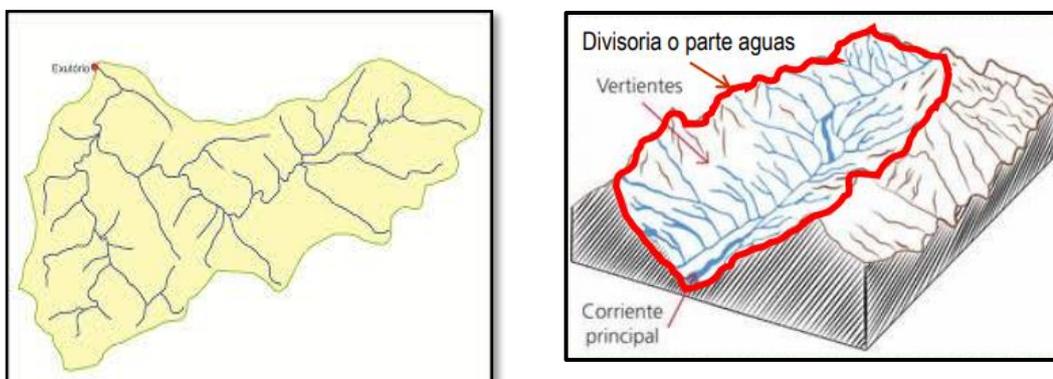


Fig.3. Delimitación de una cuenca [5]

Superficie de la cuenca: podemos encontrar en esta característica el Área de cuenca ya que viene a ser una de las características geomorfológicas más importantes para cualquier diseño de cuenca y para el cálculo de ésta se pueden emplear diferentes métodos, así mismo en muchos por no decirlo en todos los casos se utiliza el software ArcMap para determinarla.

Elementos de distancia

Perímetro de la cuenca (P): Según Villón [2], “el perímetro de una cuenca es el borde de la cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma irregular y es producto de la de delimitación de la cuenca”., este parámetro se determina en unidades de longitud lo cual normalmente se expresa en metros (m) o también en kilómetros (km).

Longitud de la cuenca(L): [2] puede definirse la longitud (L) de una cuenca como la distancia horizontal del río, ubicado principalmente entre el punto aguas abajo (estación de medición) y otro punto es decir aguas arriba.

Ancho (W): El ancho está definido como la relación del área(A), entre la longitud de cuenca (L).

$$W = \frac{A}{L}$$

Elementos de forma de la subcuenca:

Coefficiente de Compacidad O Índice de Gravelius: Para calcular este parámetro Villón [2], menciona que, el coeficiente de compacidad se relaciona con la influencia del perímetro entre el área de una cuenca.

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

A=Área de la cuenca P=Perímetro de la cuenca

Factor Forma (F_f) se expresa relacionando ancho promedio de la cuenca (A) y su longitud (L) [2]

$$F_f = \frac{A}{L}$$

F_f	Descripción
$F > 1$	Redonda
$F < 1$	Alargada

Fig.4. Clasificación del Factor de Forma [9]

Rectángulo Equivalente:

Villón explica [2], que este método se realiza para hacer una transformación geométrica, que permita representar a la cuenca, con la forma de un rectángulo, que tenga el mismo área y perímetro.

Se expresa mediante las siguientes formulas:

Lado mayor

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Lado menor

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Donde:

L = Longitud del lado mayor del rectángulo

l = longitud del lado menor del rectángulo

K =índice de Gravelius

A = área de la cuenca

Elementos de relieve de la subcuenca: Son características que expresan la variación de la inclinación de la superficie de la subcuenca y éstas se consideran con referencia al nivel del mar

Altitud de Frecuencia Media: Según Villón [2], Se llama así a la altitud correspondiente al punto de abscisa media de la curva de frecuencia de altitudes y se calcula con la siguiente ecuación

$$Hm = \frac{\sum(ai \times hi)}{Ac}$$

Donde:

Ac= Área de la cuenca;

(ai x hi) = Sumatoria entre el área parcial y altura media

Altura Media: Es la ordenada media de la curva hipsométrica, en ella el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud y el 50% está situado por debajo de ella Villón [2]. La curva hipsométrica representa la relación entre la altitud y la superficie de la cuenca que queda sobre esa altitud.

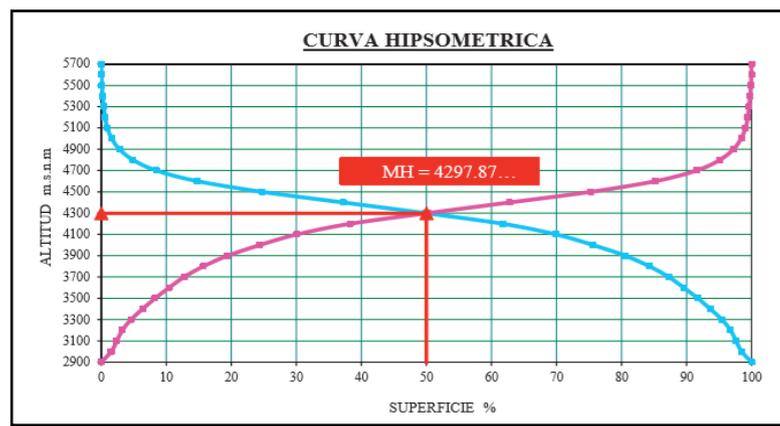


Fig.5. Curva Hipsométrica de una cuenca [6]

Polígono de Frecuencias o Altitudes: se determina mediante un diagrama o histograma invertido, indicando así el máximo valor en porcentaje de la curva de frecuencia de altitudes.

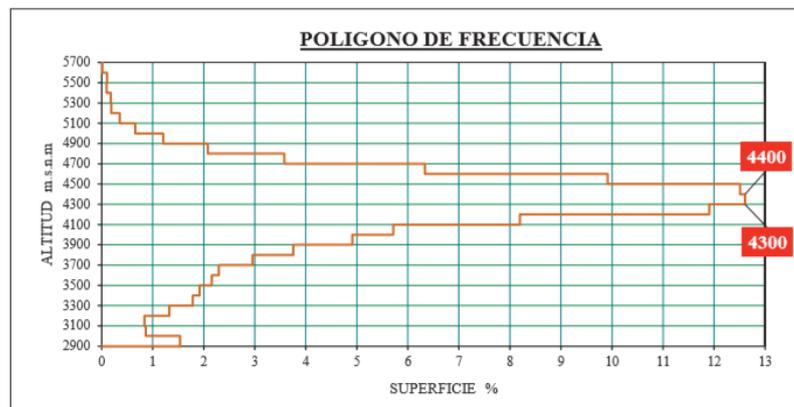


Fig.6. Ejemplo de Polígono de Frecuencia de altitudes [6]

Perfil Longitudinal: se obtiene con la proyección horizontal de la longitud de un cauce versus su altitud.

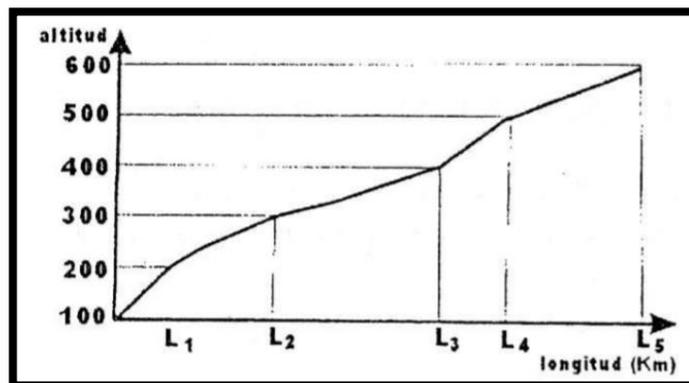


Fig.7. Perfil Longitudinal de un cauce [2]

Parámetros de Declividad de Alveolos: El cauce principal del río y su red tributaria transcurre con cierta velocidad que depende directamente de la declividad de estos, debido que a mayor declividad habrá mayor velocidad de escurrimiento, así como erosión fluvial.

Pendiente de la corriente principal (S): esta pendiente representa el desarrollo del perfil del cauce principal y se expresa en grados y/o en porcentaje. Esta característica ayuda a definir la velocidad de escorrentía superficial del flujo de agua, donde la velocidad del flujo de agua es más pronunciada. La pendiente del flujo principal está relacionada con el estado hidráulico del flujo y su grado de inundación.

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Donde:

L= Longitud del cauce; H= Diferencia de cotas

[9] Otra forma de calcular la pendiente del cauce principal es por el método de Taylor y Schwarz, donde Este método considera que un río está formado por “n” tramos de igual longitud, cada uno de ellos con pendiente uniforme.

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$$

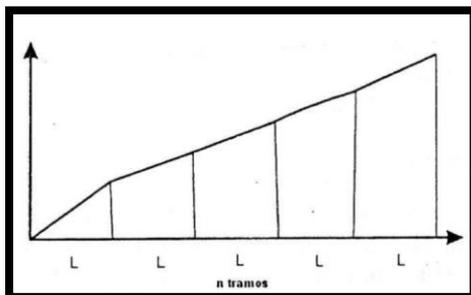


Fig.8. División de longitud de río por método de Taylor Schawars [2]

Dónde:

L: Longitud de cada tramo

n: número de tramos iguales, en los cuales se subdivide el perfil

S1, S2...Sn: pendiente de cada tramo, según $S = H/L$

S: pendiente del cauce

Densidad de drenaje (D): es un parámetro que indica la capacidad que tiene una cuenca para evacuar las aguas que transcurre por su superficie, está definido por la siguiente ecuación:

$$D_d = \frac{\sum L_c}{A}$$

Donde:

L.c= Longitud total de los cursos de agua (km)

A= Área de la cuenca (km²)

De donde se concluye los siguientes parámetros de drenaje:

$D_d \leq 0.5$ cuenca mal drenada, $D_d \geq 0.5$ cuenca bien drenada

Parámetros para la estimación del caudal de Influencia en una cuenca:

Precipitación: Se determina que precipitación es toda forma de humedad que se origina en las nubes, llegando hasta la superficie del suelo en diferentes formas, ya sea como lluvias, granizadas, garúas y nevadas.

Escorrentía: Es la precipitación que se transporta por el área del terreno, originando los caudales de ríos, se puede dividir como escorrentía superficial, escorrentía sub superficial y flujo de agua subterránea.

Teniendo en cuenta este concepto definimos el Coeficiente de escorrentía, éste se denomina como el flujo de agua que llega hasta el cauce de evacuación, el cual representa una fracción de la precipitación total, a esta fracción de agua se denomina coeficiente de escorrentía, la misma que no tiene dimensiones y su valor depende de las condiciones topográficas, como pendiente, textura de suelo además del uso de suelo.

$$C_e = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Periodo De Retorno (T): El MTC [7] define como periodo de retorno, al tiempo promedio en años el cual el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años.

Es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil (n), de la estructura y el riesgo de falla admisible (R), dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos, todo esto necesario para adoptar el periodo de retorno a utilizar en el diseño de una obra.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Estimación de Caudales: Es importa realizar un análisis estadístico de los caudales máximos instantáneos anuales para la estación más cercana al punto de interés.

El MTC [7] menciona que se debe calcular los caudales para los periodos de retorno de interés de entre 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años, siendo estos generalmente valores tipo, usando diferentes métodos como la distribución Log normal, Log Pearson III y Valor Extremo Tipo I (Gumbel), etc.

Dentro de los métodos a utilizar para la estimación de caudales se tienen los siguientes:

Método Racional: este método nos facilita obtener el caudal máximo a partir de datos de precipitación que se tengan de la cuenca en estudio, teniendo en cuenta el coeficiente de escorrentía estimado, así como las características de la cuenca, este tipo de método es muy usado en cuencas con áreas menores a 10 km².

Para su cálculo se tiene la siguiente fórmula

$$Q = 0.278 C \times I \times A$$

Siendo las condiciones:

Q: caudal de descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

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

A: Área de la cuenca (Km²)

Es importante mencionar que el coeficiente de escorrentía varía de acuerdo a las características de la cuenca en estudio ya sea en su hidrología como en su geomorfología.

Método del Hidrograma Unitario SCS: se debe tener por conocimiento que el hidrograma unitario es uno de los métodos más importantes usado para la estimación de caudales, y está en función a un periodo específico de tiempo, donde la gráfica que nos muestra o que se obtiene con este método es la variación de cierto caudal de río en función del tiempo, influyendo las precipitaciones que se puedan dar dentro de la superficie de la cuenca, así como de sus características físicas.

Dentro de los parámetros a considerar en la aplicación de este método es que la precipitación inicial no produce escorrentía directa, a esto se le denomina abstracción inicial o también llamado Umbral de escorrentía. Para determinar el caudal por este método se utilizan ciertos valores en función al tipo de suelo, ya sea si es arena, arcilloso, etc., así como el uso del suelo, tales como, bosques; cultivos; etc., es por eso que es importante tener los valores de CN es decir el número de Curva la cual es una función de la abstracción inicial.

Método Unitario Sintético de Snyder: en este método se explica el modelo que desarrollo Snyder, el cual implica la construcción de un Hidrograma Unitario simbólico para cierta cuenca de drenaje sin datos calibrados, él establecido un

conjunto de fórmulas las cuales relacionaban la geometría física de la cuenca Hidrográfica con tres parámetros básicos de la UH, dichas formulas se basaron en un estudio de 20 cuencas ubicadas en las zonas tierras altas al este de EE. UU que variaban en su tamaño.

El parámetro que estableció Snyder fue el T_p , es decir el tiempo pico en horas obtenidas desde el centro de la masa de la precipitación efectiva de la unidad de duración, hasta el caudal pico del Hidrograma Unitario (UH)

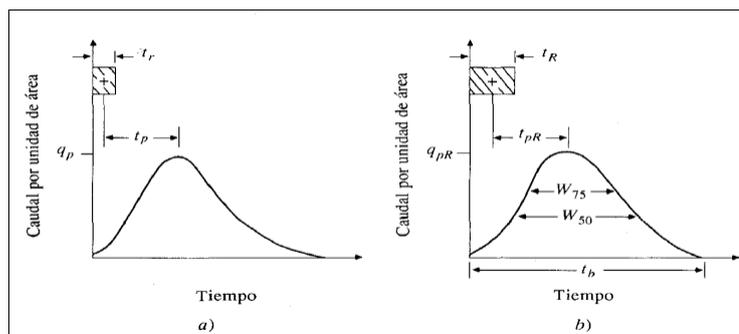


Fig.9. Hidrograma Unitario de Snyder [8]

Estudio de Tormentas

Importancia: Según Villón [2]. Una tormenta llega a ser un conjunto de lluvias las mismas que obedecen a una misma alteración meteorológica y con características bien definidas, donde la duración de una tormenta va desde unos pocos minutos hasta varias horas y días.

Las tormentas pueden afectar desde porciones pequeñas hasta grandes extensiones de terreno. La importancia del estudio de una tormenta parte en la obtención de los parámetros necesarios para el diseño de cualquier infraestructura hidráulica.

Algunos de los parámetros que se pueden determinar a partir del estudio de las tormentas son:

- Determinación de caudales máximo
- Estudio de drenaje de una cuenca
- Cálculo del diámetro de las alcantarillas en las carreteras o dentro de una Población
- Determinación de la longitud efectiva de un puente

Determinación de la tormenta de diseño: el MTC [7] menciona que una tormenta de diseño es definida como un modelo de precipitación ya determinado para ser utilizado en el diseño de un sistema hidrológico. Frecuentemente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, donde los 15 caudales resultantes a través de este método se calculan utilizando procedimientos de lluvia-escorrentía y tránsito de caudales. Puede determinarse una tormenta de diseño mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante cierta tormenta.

Elementos fundamentales para el análisis de Tormentas:

Intensidad: esta se define como la cantidad de lluvia precipitada en un cierto tiempo, lo que interesa particularmente de cada tormenta es la intensidad máxima que se haya presentado, es decir, la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo, valor que se mide en mm/h, así como su valor vario durante la tormenta”

Se llega a estimar mediante la siguiente fórmula.

$$i_{\max} = \frac{P}{t}$$

Donde:

i máx: Intensidad máxima (mm/hora)

t: tiempo en horas

Duración: Se define así a aquel tiempo que se presenta entre el comienzo y el fin de la tormenta, el cual es tomado en unidades de tiempo ya sean en minutos u horas.

Frecuencia: Es el número de veces que sucede una tormenta, con características similares definidas en un período de tiempo.

$$f = \frac{1}{T}$$

Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (I-D-F)

El MTC [7] menciona que las curvas IDF; son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, así como la duración de la lluvia y la frecuencia con la que se puede repetir, en otras palabras, la probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno”.

Por otro lado, las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia, sirven para la estimación de crecidas de cuencas hidrográficas las mismas que presenten tiempos de concentración pequeños. Su principal uso es poder estimar la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación en una zona que no presente datos de medición de pluviógrafos, sino solamente de pluviómetros que entregan registros de precipitaciones diarias.

$$I = \frac{KT^m}{d^n}$$

Donde los valores de K , m y n son valores que se calculan mediante una regresión múltiple

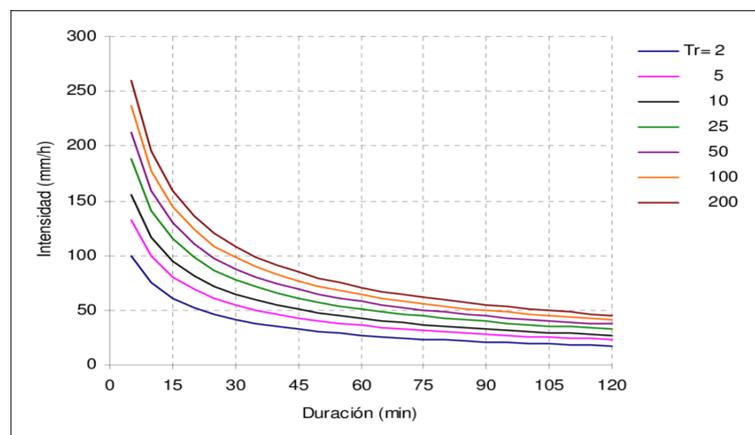


Fig.10. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia [6]

Hidráulica

Río:

Es una corriente de agua que fluye continuamente con un cierto caudal y es desembocado en el mar, lagos u otros ríos, los mismos que se denominan afluentes. La variación de caudal lo define el régimen hidrológico, el estudio de los ríos es importante ya que, en casos de máximas avenidas, cuando el suministro de agua es mayor que la capacidad de evacuación del río, pueden producirse ciertas inundaciones y cubrir áreas planas cercanas.

El río principal normalmente está definido como el camino con mayor caudal de agua o bien con mayor longitud, generalmente las cuencas de drenaje presentan un cauce principal bien definido desde su desembocadura hasta su punto de aforo.

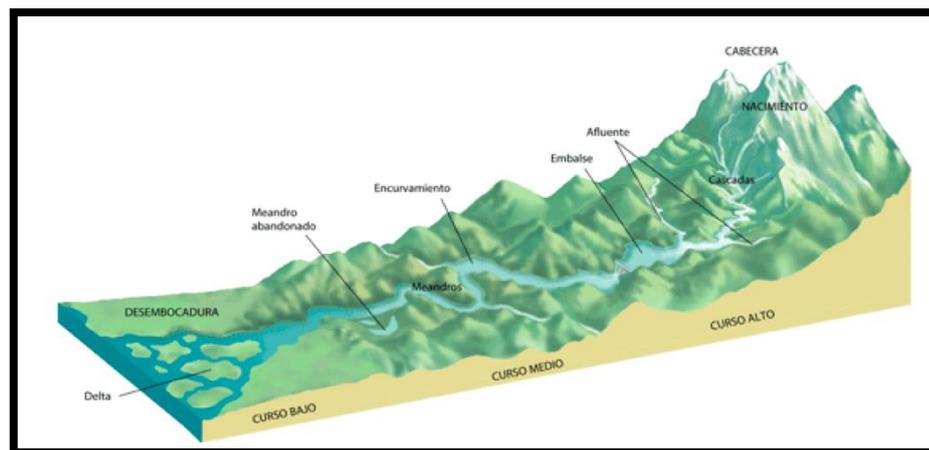


Fig.11. Partes de un río [9]

Terminología de las partes de un río:

Cauce: es denominado también como lecho, es todo el tramo descubierto por donde escurren las precipitaciones.

Thalweg: llega a ser el punto más bajo del cauce o del canal.

Margen derecha

Margen Izquierda

Aguas abajo

Aguas arriba

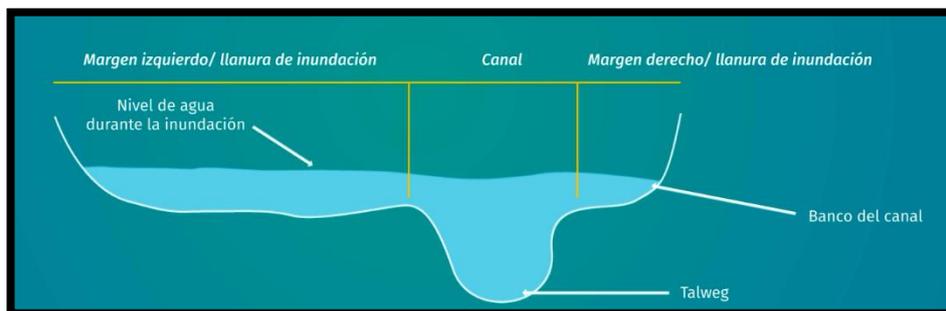


Fig.12. Sección Transversal de un río [10]

Movilidad Fluvial

Wendor [12], nos explica que desde el punto de vista hidráulico, un río se considerado como un canal, más sin embargo, el comportamiento de un río es bastante diferente del que corresponde a la simplificación o esquematización que generalmente hacemos al estudiar el flujo en canales, es importante saber que en un río prácticamente no existe movimiento permanente, ya que su caudal está en constante cambio desde un movimiento lento o permanente con respecto al tiempo , puede darse en un canal , el cual es hecho por el hombre , logrando convenientemente la fuente de alienación ; hasta uno variado.

En un río no hay tampoco movimientos uniformes, ya que su sección transversal es muy cambiante a lo largo de su cauce.

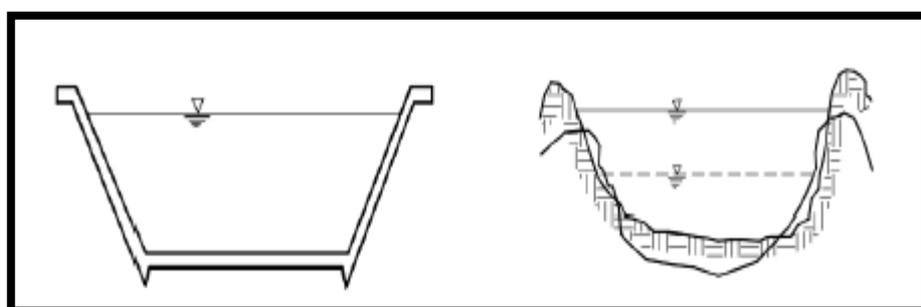


Fig.13. Lecho rígido y Lecho móvil de un río [11]

Propiedades geométricas de la sección transversal

Canal hidráulico

Un canal hidráulico es el contorno en el que un escurrimiento tiene una superficie libre en contacto con la atmósfera que pueden ser de tipo natural o artificial.

[12] “Los canales naturales son los ríos, torrentes, arroyos, etc. Tienen sección transversal irregular y variable (figura 12). El fondo está constituido por partículas sólidas en movimiento (arenas, limo, piedras, etc), y se le denomina lecho móvil”.

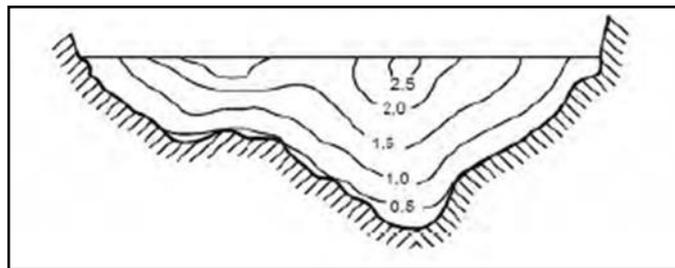


Fig.14. Canal Hidráulico [11]

Radio hidráulico (R)

Se denomina radio hidráulico a la relación que existe en un conducto hidráulico entre el área transversal y el perímetro mojado, la cual está expresado por la siguiente fórmula.

$$R = \frac{A}{P}$$

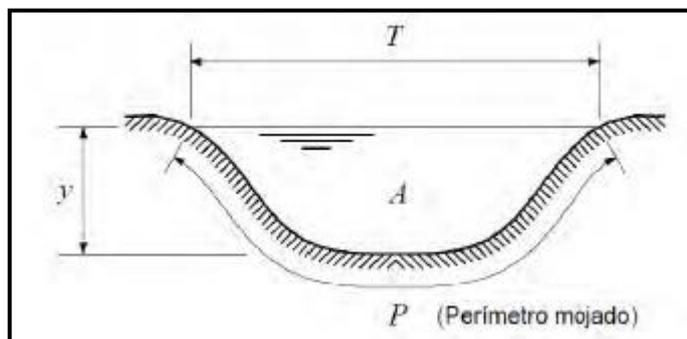


Fig.15. Sección de canal Hidráulico [11]

Tirante hidráulico (d)

Es el resultado de dividir el área hidráulica (A) por el ancho superficial del agua(t), lo que es fundamental en el estudio del movimiento del fluido en el canal abierto, Se muestra la ecuación:

$$d = \frac{A}{T}$$

Tirante (y)

Se denomina así a la distancia vertical desde el punto más bajo del fondo del canal hasta la superficie libre del agua.

Coefficiente de Manning:

De acuerdo al libro de Hidráulica de Canales Abiertos [13], menciona que los valores recomendados para cauces naturales, que además son los que el propio HEC RAS recomienda también en sus tablas de ayuda, y cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Cauces naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
- Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
- Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
- Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
- Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
- Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
- Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070	0,080
- Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
- Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,030	0,040	0,050
- Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0,040	0,050	0,070
A.2 Cursos en planicies inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
- Pasto corto	0,025	0,030	0,035
- Pasto alto	0,030	0,035	0,050
A.2.2 Zonas cultivadas			
- Sin cultivo	0,020	0,030	0,030
- Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
- Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica	0,030	0,040	0,050
A.2.3 Zonas arbustivas			
- Escasos arbustos y pasto abundante	0,035	0,050	0,070
- Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,050	0,060
- Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,040	0,060	0,080
- Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,070	0,110
- Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,070	0,100	0,160
A.2.4 Zonas arbóreas			
- Sauced densos, temporada invernal	0,110	0,150	0,200
- Terreno claro con ramas sin brotes	0,030	0,040	0,050
- Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,050	0,060	0,080
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas	0,100	0,120	0,160
A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor,			
- Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025		0,060
- Sección irregular y rugosa	0,035		0,100

Fig.16. Coeficientes de rugosidad de Manning [13]

Condiciones del Modelo Matemático Iber:

Modelo bidimensional:

En este análisis se realiza en dos direcciones del plano horizontal, siendo el caso de la velocidad, en el caso de la variación vertical se toma un valor promedio como único valor.

Mallas de Cálculo

Esta es la discretización geométrica espacial del dominio, que permite resolver ecuaciones diferenciales numéricamente, dividiendo la geometría espacial en múltiples elementos pequeños, su unión y continuidad forman una cuadrícula, y tiene dos tipos de cuadrículas

Mallas estructuradas:

Cada elemento tiene el mismo número de vecinos y están constituidas por una matriz de celdas cuadrangulares, de manera que cada una puede identificarse por sus índices (i, j)

Mallas no estructuradas:

Se conforman por elementos poligonales de distintos tamaños y formas; aunque generalmente se construyen con elementos triangulares, este tipo de mallas es muy útil para representar de forma más real las irregularidades del terreno.

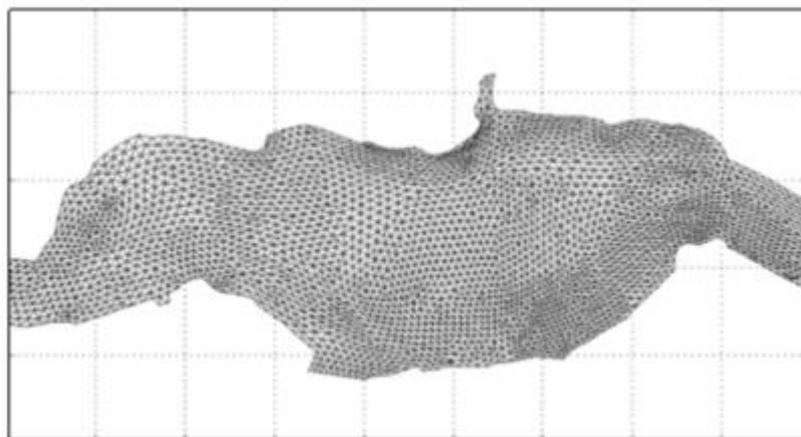


Fig.17. Malla no estructurada en software Iber [14]

Simulación Hidráulica Con IBER Versión 2.5.1

Este programa realiza un análisis en dos dimensiones, el cual permite la simulación de flujos en lámina libre en aguas someras (aguas poco profundas) en régimen no-permanente, y consta de 03 módulos: hidrodinámico, turbulencia y transporte de sedimentos.

El régimen a trabajar en la presente tesis es el hidrodinámico, el cual permite el cálculo de velocidades en 02 direcciones, tanto en “x” como en “y”, permitiendo alcanzar un espejo de agua mucho más detallado es decir la zona de inundación a diferencia de un modelo unidimensional; además de la obtención de niveles de agua.

Asimismo, el software IBER se basa en el método numérico de volúmenes finitos para resolver la ecuación de Saint Venant en 2D, los cuales permiten una mejor representación de la interacción entre el flujo y la superficie de ríos; este software permite también la exportación de polígonos referenciados (dxf, shapefile, entre otros) así como información de superficie para ser posteriormente trabajados dentro del software y crear así el flujo de un quebrada o río.

III. Metodología

Tipo y nivel de investigación

Cuantitativa – Descriptiva

Diseño de investigación

Por el tipo de estudio a realizar, esta investigación es descriptiva ya que busca especificar parámetros, características y rasgos importantes de la cuenca del río corral del medio, así como determinar el nivel de peligro y vulnerabilidad a la que las zonas ribereñas al río en estudio están expuestas.

Población, muestra, muestreo

Población

La provincia de Morropón con su distrito de Buenos Aires el cual ha sido afectado por la inundación del río Corral del Medio.

Muestra

Población del distrito de Buenos Aires, centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores aledaños al río corral del medio.

Muestreo

En lo que se refiere al muestreo que se tomó en la investigación fue de muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que se consideraron las zonas que han sido las más afectadas según los reportes históricos ya registrados.

Operacionalización de variables

Tabla.1. Operacionalización de variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE			
CAUDAL DE MÁXIMA AVENIDA	INUNDACIÓN	ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO	Mapas Cartográficos	Instituto Geográfico Nacional
		ESTUDIO HIDROLÓGICO	Precipitaciones	SENAMHI
			Tiempos de retorno	Métodos estadísticos
			Caudales Máximos	HEC-HMS
	ESTUDIO HIDRÁULICO	Pre proceso	IBER	
		Proceso		
		Pos proceso		
	RIESGO	PELIGRO	Pendiente de terreno	Civil 3D
			Geomorfología de terreno	GEOCADMIN
			Geología de terreno	GEOCADMIN
			Caudal de máxima avenida	CENEPRED
VULNERABILIDAD		Social	SIGRID	
	Económica	Encuestas SIGRID		

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la elaboración de las condiciones geomorfológicas de la cuenca: se hace uso de la información proporcionada por la página de GEP GPS PERÚ [15], donde se puede encontrar las Cartas Nacionales del Perú.

Para la obtención de la topografía del río, así como las zonas aledañas y centros poblados involucrados: se empleará la Fotogrametría haciendo uso de un vehículo volador no tripulado, conocido como Dron, con el que realizó 14 vuelos a 120 metros de altura máxima

Instrumentos

Dron Phantom 4 pro
 Equipos Topográficos
 Cámara Fotográfica
 Cartas Nacionales
 Mapas Bases de GEOCATMIN
 Programa Civil 3D
 Programa HEC-HMS
 Programa IBER

Procedimientos

Fases de procedimiento para el desarrollo

Trabajo Preliminar Y Procesamiento Inicial de Datos de Precipitación.

Obtención de datos con las cartas Nacionales para el cálculo de los parámetros Hidromorfológicos de la cuenca del río Corral del Medio

Procesamiento de los datos como curvas de nivel, mapa de ríos, cuadro de empalmes en el software ArcMap.

Obtención De Precipitaciones: Se solicita los datos de precipitaciones registrados por las estaciones correspondientes a la cuenca del río corra del medio, Estos datos son proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), así como de recopilará datos topográficos, hidrológicos y meteorológicos.

Cálculo De La Prueba De Bondad De Ajuste Con El Método De Kolmogórov-Smirnov.

Generación De Precipitaciones Máximas Para Diferentes Periodos De Retorno 5, 10, 25, 50, 100, 200 Y 500 Años, Se generará las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno según el tipo de distribución, el cálculo se realizará con la Metodología Dyck and Peschke.

Cálculo De Intensidades (Curvas IDF): Para la generación de las curvas IDF se realiza un ANÁLISIS DE REGRESIÓN MULTIPLE, la cual con la fórmula de ecuación de Intensidad y las precipitaciones máximas me generará los datos para graficar dichas curvas IDF.

Hietogramas De Diseño: Se generará los Hietogramas de diseño haciendo uso del método del Bloque Alterno.

Generación De Caudales: Haciendo uso del software HEC-HMS generaremos la respuesta que tendrá la cuenca de un rio en su escurrimiento superficial, como producto de una precipitación el cual nos dará como respuesta los caudales para diferentes periodos de retorno.

Elaboración del modelo hidráulico en el software IBER

Modelado de inundación

Configuración del modelo hidrológico o Creación de elementos hidrológicos: sub cuenca, unión de cauces, de tránsito de avenida y un sumidero o punto de aforo.

Modelamiento meteorológico asociado a los registros de estaciones pluviométricas con la subcuenca que corresponda.

Pre proceso

Crear O Importar Una Geometría (Topografía); Partimos con la creación de modelo digital de terreno (MDT) que nos permitirá tener una representación matemática del relieve y/o valores de la altura, para ello se seguirán los siguientes pasos, el cual lo importamos el modelo ya creado en Civil 3D.

Asignación De La Rugosidad Del Terreno (N-Manning)

Asignación De Condiciones De Contorno Y Caudales

Generar Mallas

Asignación de la Topografía en formato ASCII

Proceso

Asignación De Las Opciones Del Calculo (Tiempo De Calculo)

se deben fijar los parámetros de cálculo o datos del problema, que básicamente es indicar al programa cuanto tiempo debe durar la simulación del proceso.

Post proceso

Una vez finalizado el cálculo se puede acceder al postproceso visualizar y analizar los resultados como los tirantes y velocidades que se pueden visualizar en cada instante de tiempo, como áreas coloreadas o áreas coloreadas suavizadas para diferentes periodos de retorno.

Análisis del nivel de peligro

Para el análisis de condiciones de peligro se desarrollarán parámetros los mismos que se recomiendan, en el MANUAL DEL CENEPRED EN SU SEGUNDA VERSION 2014 [16], a una escala de detalle y de la disponibilidad de la información se tiene los siguientes parámetros físicos, donde a cada uno de ellos se les va a asignar una ponderación de acuerdo con la ESCALA DE SAATY.

Pendiente**Geología****Geomorfología**

Se procesan los datos en una matriz de peligro donde se determina el nivel de peligrosidad con los niveles:

Peligro muy alto (Rojo)

Peligro alto (Naranja)

Peligro medio (Amarillo)

Peligro bajo (verde)

Análisis del nivel de vulnerabilidad

Se realizará el análisis en función a dos DIMENSIONES: SOCIAL Y ECONÓMICA, de donde las características se obtendrán del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI [17], así como información recopilada en campo, mediante encuesta, y también haciendo uso de la ortofoto que se obtuvo del levantamiento topográfico con Dron

Dimensión social

Fragilidad

Número de personas por vivienda

Grupo etario

Resiliencia

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad

Capacitación en temas de Gestión de riesgos por parte de sus autoridades

Interés de participar en campañas de prevención de riesgo

Dimensión económica

Fragilidad

Cercanía al cauce

Material predominante – pared

Material predominante – techo

Estado de conservación de la vivienda

Resiliencia

Ocupación principal (jefe de hogar)

Ingreso familiar promedio mensual

Organización comunitaria

Se procesan los datos en una matriz de Vulnerabilidad la misma que se comparan los resultados con los parámetros dados en Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú donde se determina el nivel de Vulnerabilidad con los niveles:

Vulnerabilidad muy alta

Vulnerabilidad alta

Vulnerabilidad media

Vulnerabilidad baja

Análisis del nivel de Riesgo

En este punto para poder obtener el riesgo se debe relacionar el peligro con la vulnerabilidad de todos los elementos expuestos, cuyo fin es determinar los posibles efectos

y consecuencias sociales tanto económicas y ambientales, todas ellas asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Plan de procesamiento y análisis de datos.

Procesamiento y análisis de datos

Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Corral del Medio.

Para poder obtener los parámetros geomorfológicos se debe realizar como primer paso la delimitación de la cuenca, por lo que en primera instancia se debe tener las curvas de nivel de la zona de trabajo las mismas que lo obtenemos de la página de GEO GPS PERÚ[15].

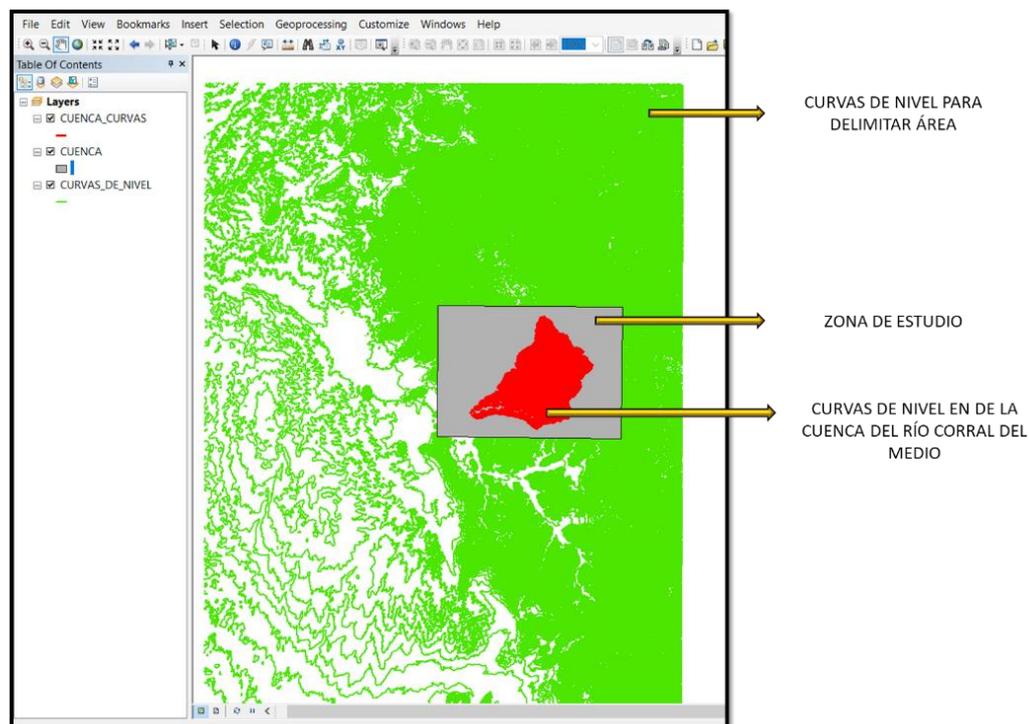


Fig.18. Delimitación de las curvas de nivel de la cuenca del río corral del medio.

Elaboración propia

Teniendo las curvas de nivel se deben transformar a un Modelo de Elevación Digital (DEM) el mismo que es un ráster y nos proporciona la forma detallada el terreno de la zona de estudio, luego con este archivo DEM usamos la herramienta Fill, la misma que nos permitirá llenar los vacíos que contenga el modelo DEM, luego al procesarlo obtendremos un nuevo archivo Fill_DEM el cual nos servirá como data de entrada para usar la herramienta Flow Direction, donde obtendremos en este nuevo archivo la dirección del flujo de agua en base a las pendientes, luego se aplicará la herramienta Flow Accumulation para poder determinar la red hídrica y en base a esta red hídrica generaremos el punto de descarga el cual será el punto de salida de todo el volumen de agua. Al haber ya planteado este punto usaremos la herramienta Watershed, donde se harán uso de 2 datas de entrada, tanto el

archivo Direction como el segundo archivo fijado es decir el punto de descarga, como resultado se obtendrá la cuenca hidrográfica delimitada en formato raster, finalmente este archivo raster se va a convertir a un formato vectorial usando la herramienta de conversión Raster to polygon, de esta manera se tendrá la cuenca en formato vectorial lista para obtener los parámetros geomorfológicos.

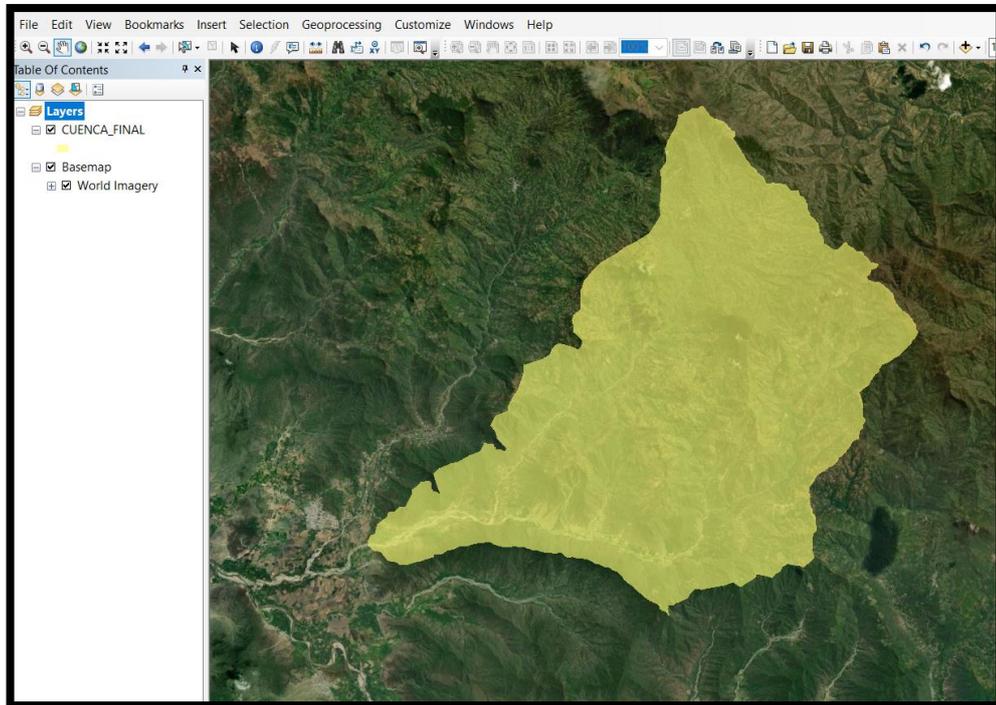


Fig.19. Delimitación de la cuenca hidrográfica del río Corral del Medio en formato vectorial.

Elaboración Propia

Procesamiento de datos para determinar los caudales de diseño

Pluviometría

La información pluviométrica corresponde a 2 estaciones meteorológicas, que se encuentran dentro de la cuenca, estos datos pluviómetros han sido obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) [18].

El registro histórico con que se cuenta es de precipitaciones máximas en 24 horas. el punto más bajo de registros se encuentra a una altura de 232 msnm (estación Corral del medio), y la otra se encuentra en un punto más alto de 2322 msnm (estación Chalaco), se decidió trabajar con 49 años de anterioridad, superior a los 25 años que recomienda el MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, años que permitirá realizar una predicción de eventos futuros con el objetivo que los resultados sean confiables.

Tabla.2. Ubicación geográfica de las estaciones Chalaco y Corrales

Estación	Ubicación Geográfica		
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Chalaco	5°02'42.56" S	79°47'18.92" W	2322
Corrales	5°10'59.70" S	79°54'00.10" W	232

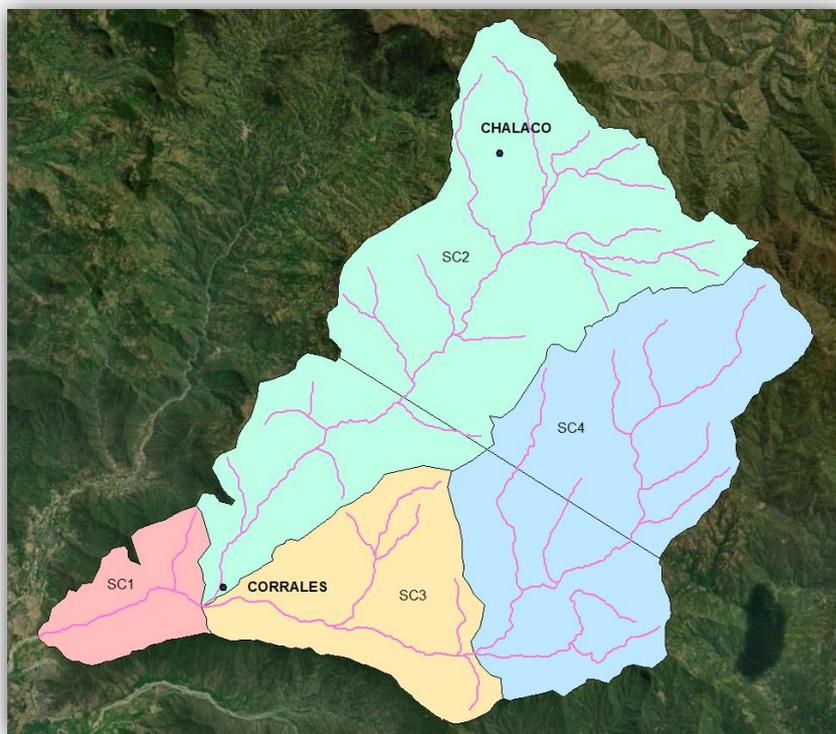


Fig.20. Estaciones pluviométricas cercanas a la cuenca del río Corral del Medio.

Elaboración Propia

Tabla.3. Influencia de estaciones para cada subcuenca.

SubCuenca	Estación	Area km2		Porcentaje de influencia
SC-1	CORRALES	21.899	21.899	1.000
SC-2	CHALACO	116.348	160.302	0.730
SC-2	CORRALES	43.954		0.270
SC-3	CORRALES	54.696	54.696	1.000
SC-4	CHALACO	70.963	120.505	0.590
SC-4	CORRALES	49.542		0.410

Datos de precipitaciones

ESTACION CHALACO

Tabla.4. Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Chalaco

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Pmáx24 h (mm)
1971	23.1	20	50	40.5	20.6	12.5	0	6.8	13.1	21.4	8	26	50
1972	16.3	67.2	80	49.3	20.8	12.2	0	5	5.6	4.2	10.8	77	80
1973	5.6	44.4	29.2	45.7	27.2	12.5	0	7.4	8.6	1.5	9.4	16.9	45.7
1974	21	22.2	38.1	13.3	13.6	6	5.3	6.4	0	13.5	17.2	13.6	38.1
1975	50	44.3	30.1	30.2	10.8	13.5	11.1	27.4	0	12.6	0	2.4	50
1976	32	40.5	30	12.3	22	16	0	0	8	1.5	3	9	40.5
1977	17.5	33.2	36	20	7	7	0	0	7	5	0	0	36
1978	0	20.1	30.2	13.3	11.9	0	0	0	3.5	2.3	3.2	8.5	30.2
1979	26.4	24.6	51.8	20	8.8	0	0	7.2	11	0	0	4.6	51.8
1980	23.2	16.6	39.5	31.8	15.6	0	0	0	0	11.2	13.5	16.9	39.5
1981	11	28.8	35.3	46.1	6.8	1.5	0	7.2	0	10.5	3	21.5	46.1
1982	24	31	16.4	38.3	11.2	0	0	0	0	20	32	62	62
1983	35.6	33.3	60.5	105	19	20	12	0	5.3	17.1	8.4	26.6	105
1984	50.2	36.7	31.2	24.6	20.4	10.2	10	4.3	8.3	10.2	4.5	13.7	50.2
1985	20.1	20.7	20.1	20.6	22.3	0	0	3	0	5.4	7.1	20	22.3
1986	16	30	18.2	33.2	8	0	2	3.9	8.3	9	12.5	11.4	33.2
1987	20	29.4	36.9	24	3.4	0	2	2.8	3.2	10.8	0	5.2	36.9
1988	21.4	41	1	38	30	2	0	1	2	2	12	10	41
1989	61	82.4	48.4	33.2	5.4	4	0	0	2	10.9	0	20.2	82.4
1990	12	35.6	30	51.8	10.6	4	0	0	0	5.2	13.8	13.6	51.8
1991	7	48.2	41.3	24.4	5	8	0	0	0.5	4	4.8	23	48.2
1992	31.1	40.2	59	46.2	10	4	0	6.2	3.6	1.2	8	10	59
1993	29	37.4	33	18.5	3	0	0.5	0	2	3	11.2	26.7	37.4
1994	54.5	48	53.2	25.5	7.3	1	0	2.1	6.1	0	2.3	22.9	54.5
1995	16.9	41.8	65.7	41.3	19.6	0	1	0	3.5	1.5	7.2	19	65.7
1996	20.6	26	19.8	6.9	14.4	4	0	0.5	0	20	3.2	0	26
1997	14.9	23.2	55.6	16.7	8.2	17.3	0.6	0	9.6	14.5	18.9	25.4	55.6
1998	47	65.4	36	54.4	24.4	11	0	2.8	10	8.4	3.2	10.5	65.4
1999	15.8	60.7	55.9	38.6	22.7	13.5	0.8	0	4.2	14.7	6.3	20	60.7
2000	30.5	36.6	55.9	24.1	34.9	13.8	2.4	2.3	26.2	0	2.1	25.1	55.9
2001	31.5	44.8	32	30.2	10.1	4	4.5	0	2.6	15.7	18.6	13	44.8
2002	8.4	72.3	47.9	0	18.7	1.4	8.1	0	0	0	10.3	18.6	72.3
2003	25.8	60.3	30.5	28.6	6.8	5.7	0.6	0	3.5	4	8.8	25.1	60.3
2004	27.6	26.5	23.1	40.2	11.6	3.5	3.5	0	6.1	15.7	3.5	32.1	40.2
2005	26.5	28.6	31.7	15.8	8.1	6.7	0	0	1.5	12.5	6.3	28.8	31.7
2006	16.2	45.7	37.1	28	10.6	7.7	1.2	0	2	2.9	54.1	21	54.1
2007	21.6	39.1	38.7	26.1	9	1.1	8.7	0	0	11.8	14.8	6.5	39.1
2008	38.6	54.3	57.9	27.5	9.7	9.7	0.5	4.1	0.8	14.7	19.5	9.9	57.9
2009	46.8	65.8	45.5	31.3	20.9	2.4	0.7	5.6	0	9.5	20.7	23.3	65.8
2010	16.5	86.1	29.1	31.4	12.6	11.6	0	4	0.6	15.1	10.9	20.4	86.1
2011	45.8	50.6	32.7	44.9	19.8	12.7	15.7	0	3.5	13.7	10.3	20.7	50.6
2012	27.3	50.6	38.5	46	14.4	3.4	0	0	0	5.6	29	10.7	50.6
2013	39	27.1	32.7	20.6	8.3	0	0	4.5	0	19.8	2.5	16.9	39
2014	21.6	24.5	54.6	9.2	25.1	16.1	5	0	1.2	8.4	7	24.3	54.6
2015	30.7	17.3	53.1	16.5	16.4	2.3	1.7	0	0	10.2	24.2	0	53.1
2016	0	0	78.1	18.2	32.8	41.1	0	2.7	18.5	3.6	0	6.5	78.1
2017	41	63.9	68	29.2	0	0	0	5.1	1.4	0	0	0	68
2018	34.5	41.2	43.7	27	25.4	1.4	0.3	0.1	0.4	4.1	12.6	5.7	43.7
2019	28.7	61.9	27	43.4	8.6	2.6	4.6	2.1	0	2.3	7.8	20.1	61.9



Fig.21. Variación de precipitaciones de la estación de Chalaco. Elaboración propia

ESTACIÓN CORRALES

Tabla.5. Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Corrales.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	P _{máx} 24h (mm)
1971	3	1	37	48	0	3	0	0	0	1	0	0	48
1972	1	43	70.2	4	10.9	2	0	1.5	0	0	2	4	70.2
1973	43	61.2	54.8	22.5	1.5	0.2	0.6	1.1	0.5	0.4	0.6	0.9	61.2
1974	1.4	13.1	5.4	0.1	0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	1.1	0.8	13.1
1975	3.2	52.3	60.8	26.8	1.4	2.8	0	5	0	3.6	0	0	60.8
1976	29.3	16.2	44.3	39.5	23.9	1	0.4	0	0	0	0	1.1	44.3
1977	2.7	47.7	51.5	11	0.3	2.2	0.8	0	0	0	0.4	0.1	51.5
1978	0.3	30.3	36.3	3.1	7.7	0	0	0	0	0	0	1.4	36.3
1979	4.3	1.3	35.1	9.7	0.5	0	0	0	0.3	0	0	0	35.1
1980	0	16.5	53.2	10.6	0.5	0	0.2	0	0	1.5	6.8	1.4	53.2
1981	1	4.3	167.3	14.2	0	0	0	0.7	0	3.7	0.1	1.5	167.3
1982	5.4	1	0	10.8	0.1	0	0	0	0	0.2	0.2	60.2	60.2
1983	161.3	78.1	73.4	137.1	75.1	34	5.6	0	3	1	0.3	5	161.3
1984	17	40.7	33.9	3.4	0.7	0	0.7	0.2	1.2	2.5	0.6	0	40.7
1985	0	16.3	31.4	0.9	3.9	0	0	1.8	0	0	0	1.8	31.4
1986	7.9	8.4	1.8	20.9	0	0	0	0	0	4	0	3.6	20.9
1987	16.2	52.2	85.6	51.1	0.9	0	0.4	0.6	0	3.4	0	0	85.6
1988	13.5	5	0.2	4.8	0	0	0	0	0	0	1.9	0.6	13.5
1989	70.6	39.2	47.8	0	0	0	0	0	0	1.5	0.4	0	70.6
1990	0	4.7	13	6.5	3.6	0.2	0	0	0	0	0	0	13
1991	0	3.8	14.9	4.1	0	0	0	0	0	1	0	8.3	14.9
1992	33.4	22.5	61.3	55.9	13.4	0.4	0	0	0	0	0	0	61.3
1993	6.4	38.7	44.6	20.4	3.2	0	0	0	0	0	5.7	1.9	44.6
1994	4.6	14.6	63.1	11.4	0.6	0	0	0	0	0	0	8.6	63.1
1995	20.1	74.7	6	31.1	0	0	0	0	0	0	1.1	4.8	74.7
1996	1.6	0.4	96.9	0	0.1	0	0	0	0	0.5	0	1.8	96.9
1997	1.6	24.8	45	15.2	0.1	1.2	0	1.1	1.7	2.8	2.5	55.1	55.1
1998	0	0	0	0	19	0	0	0	0	2.4	0	0	19
1999	5	85	41	32.5	6	1	0	0	2.6	1	0	3.8	85
2000	22.5	42.6	78	16.2	2.2	2.8	0	0	0	0	0	15.5	78
2001	35	73.3	78	26.2	1	0.4	0	0	0	0	1.4	0.6	78
2002	0.4	30.5	79.5	120.1	2.2	0	0.5	0	0	7.5	0	1	120.1
2003	22.8	33.5	7.5	3.8	0	0.5	0	0	0	0	0.4	4.5	33.5
2004	36.8	7	3.2	46	1.7	0	0	0	0	6	0	12.5	46
2005	2	6	56	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.6	56
2006	5.5	87.7	51.5	40	0	0.3	0.2	0	0	0.2	2	3.7	87.7
2007	14	4.1	58	1.2	0	0.2	0	0	0	3.2	4	0	58
2008	15	107.5	63	34	1.4	0.2	0.5	0	0	1.9	5.9	0	107.5
2009	95.4	17	49	5	0.5	0	0.7	0	0	0	4.8	3.8	95.4
2010	12.8	80.7	54	21.7	0.6	0	0	0	0	7.8	1.4	1.9	80.7
2011	4.1	58.8	0	101	1.2	2.6	0	0	0	0.4	3.8	2.7	101
2012	12.2	102	120	49.6	1.3	0	0	0	0	2	3.5	1	120
2013	12.6	4.7	55	2.8	10	0	0	0	0.1	9.5	0	1.6	55
2014	0.6	11.5	14	2.4	2	1	1.3	0	0	5.2	5	2.7	14
2015	7.5	9.5	100.2	15.5	2.4	0	0.2	0	0	0.1	3.7	0	100.2
2016	54.5	71.2	59.8	44.1	0	3.7	0	0	0.7	0	0	0.3	71.2
2017	78	151.5	122	40.1	11.1	1.1	0.4	0.2	0	5.4	0.2	2.2	151.5
2018	2.4	4.6	2	44.5	11.1	0	0	0	0	0.1	3.9	3.3	44.5
2019	16.6	117.4	15.8	27.4	2.5	0	0.1	0.1	0.2	1.4	2.2	3.9	117.4

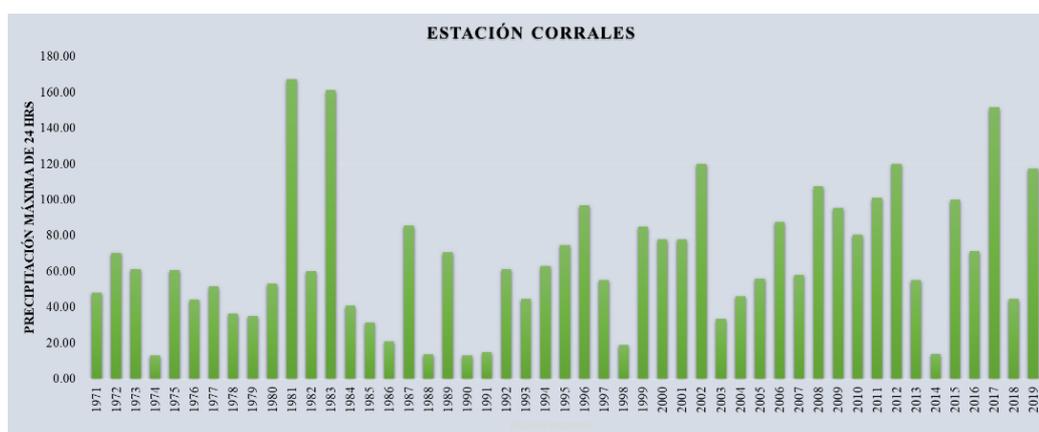


Fig.22. Variación de precipitaciones de la estación de Chalaco. Elaboración propia

Análisis de Datos dudosos

Método de Wáter Resources Council: El análisis de prueba de datos dudosos consiste en realizar el ajuste de datos de las precipitaciones de las estaciones obtenidas, donde se le denomina datos dudosos a aquellos puntos de la información que se alejen de la tendencia del informe de precipitaciones

Para su cálculo se debe tener en cuenta.

$$\begin{aligned} x_H &= \bar{x} + K_n \cdot S \\ x_L &= \bar{x} - K_n \cdot S \end{aligned}$$

$$K_n = -3.62201 + 6.28446n^{\frac{1}{4}} - 2.49835n^{\frac{1}{2}} + 0.491436n^{\frac{3}{4}} - 0.037911n$$

Donde:

\bar{x} =media de los logaritmos de la muestra

S=desviación estándar de los logaritmos de la muestra

n=número de precipitaciones

e^{x_H} = Umbral inferior; e^{x_L} = Umbral superior

K_n = Factor de datos dudosos

Prueba de Bondad y Ajuste

Las pruebas de bondad y ajuste son pruebas de hipótesis para verificar si los datos observados en una muestra aleatoria se ajustan con algún nivel de significancia a determinada distribución de probabilidad (uniforme, exponencial, normal, poisson, u otra cualquiera).

Procedimientos:

- Hallar una probabilidad empírica que se llama probabilidad asignada de Weibull donde se ordena de mayor a menor los datos de precipitaciones máximos y se le asigna esta probabilidad según el orden, la posición y el ranking, como tenemos una cantidad determinada de datos entonces se le aplica la fórmula de weibull la cual que es una probabilidad de excedencia en teoría, es decir está relacionada con el periodo de retorno.

Donde:

$$P(x) = \frac{m}{N+1}$$

m: es la posición (ranking que se le asigna al evento según la secuencia ordenada

N: llega a ser el tamaño de la muestra

Asignada la probabilidad de weibull sacamos el periodo de retorno el cual es inversa de la probabilidad de excedencia o probabilidad asignada weibull

$$T_R = \frac{1}{P(x)}$$

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV-KOLMOGOROV

Se ha decidido trabajar con Smirnov Kolmogorov dado que en la mayoría de casos hidrológicos se trabaja con este método, dándonos un ajuste más exacto, es importante saber que si la prueba de Smirnov es buena (los datos se ajustan mejor) quiere decir que entonces podemos usar esa distribución teórica, pero si esta prueba no se ajusta o es mala entonces tenemos que descartar esta distribución y elegir otra distribución todo esto para calcular las precipitaciones en diferentes periodos de retorno.

Esta prueba consiste en comparar las diferentes distribuciones de probabilidad; contra la que le asignamos la de weibull, de esta manera se compara haciendo la diferencia entre ambas distribuciones.

Fórmulas para el cálculo de las diferentes distribuciones, las mismas que se han procesado en Excel.

Distribución de Probabilidad

Distribución Normal

Estimación de Parámetros

Función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

$$\bar{X} = \mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

Función distribución de probabilidad (FDA)

$$F(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$S = \sigma = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Distribución Log-Normal

Estimación de Parámetros

Función de densidad

$$f(x) = \left(\frac{1}{x \cdot \sigma_y \cdot \sqrt{2\pi}} \right) \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{y - \mu_y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i$$

Función distribución de probabilidad (FDA)

$$F(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ \quad Z = \frac{y - \mu_y}{\sigma_y} = \frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \quad \sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu_y)^2$$

Distribución Gumbel

Estimación de Parámetros

Función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S$$

Función distribución de probabilidad (FDA)

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{(x-\mu)}{\alpha}}}$$

$$\mu = \bar{x} - 0.57721567\alpha$$

α = parámetro de escala μ = Parámetro de posición, llamado valor central o moda

Distribución Persona III

Estimación de Parámetros

Coefficiente de Asimetría

$$\gamma = \frac{4}{C_s^2} \quad \beta = \frac{C_s S}{2}$$

$$C_s = g = \frac{N^2 M_3}{(N-1)(N-2)S^3}$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{2S}{C_s}$$

$$M_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{N}$$

x_0 = Parámetro de posición

γ = Parámetro de forma

β = Parámetro de escala

ELABORACIÓN DE LAS CURVAS IDF

La elaboración de curvas IDF nace de la idea de poder interpretar o como obtener un registro de una tormenta sin registros en si de una tormenta, es decir de poder asignar una distribución de intensidades, pero en base de solo datos de distribución Según la fórmula de DYCK Y PESCHKE nosotros tenemos que completar un registro diario solo en función de la precipitación en 24 horas, en otras palabras, vamos a completar los datos de todo un día en función de la precipitación en 24 horas,

$$P_d = P_{24} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Uno de los métodos para determinar las curvas de INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA, es mediante la Correlación lineal múltiple, la misma que hace uso del logaritmo para poder determinar las constantes (K,m,n) de la fórmula que determina las curvas IDF.

$$I = \frac{KT^m}{d^n}$$

Generación de Caudales

Para poder generar los caudales se utilizó el método del Patrón de Tormenta Regional, también llamado (Método del Histograma Unitario SCS), aplicando el software HEC-HMS.

El software HEC-HMS, permite obtener simular el escurrimiento superficial que se generará en una cuenca producto de ciertas precipitaciones, dando, así como respuesta los caudales para distintos periodos de retorno

Importamos la información de la cuenca en estudio con la opción (Basin Model), seguido de ello se empieza a configurar el modelo a trabajar.

A continuación, se mostrará el proceso de cálculo sobre el periodo de retorno (**50 años**) de diseño, cabe recalcar que se ha realizado todos los modelos para la generación de caudales, donde se mostrará un cuadro resumen.

Seguidamente en la opción de Sub-Basin se colocó todas las 4 sub cuencas que contiene la Cuenca principal, donde a cada uno se introduce sus características físicas, previamente calculadas.

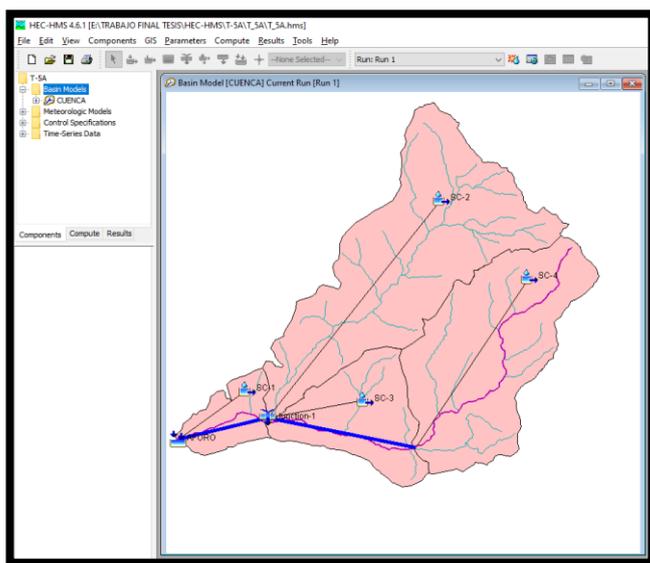


Fig.23. Modelado de la cuenca corral del medio. Extraído del software Hec-Hms

Se eligió las opciones; Loss Method (método para el cálculo de pérdida): **Número de Curva SCS**, así como el método elegido para la transformación de caudales máximos es; **HIDROGRAMA UNITARIO SCS**

En la siguiente pestaña Loss es decir pérdidas, se introduce el número de curva (CN) obtenido mediante las cartas nacionales, en específico para la cuenca del río corral de medio.

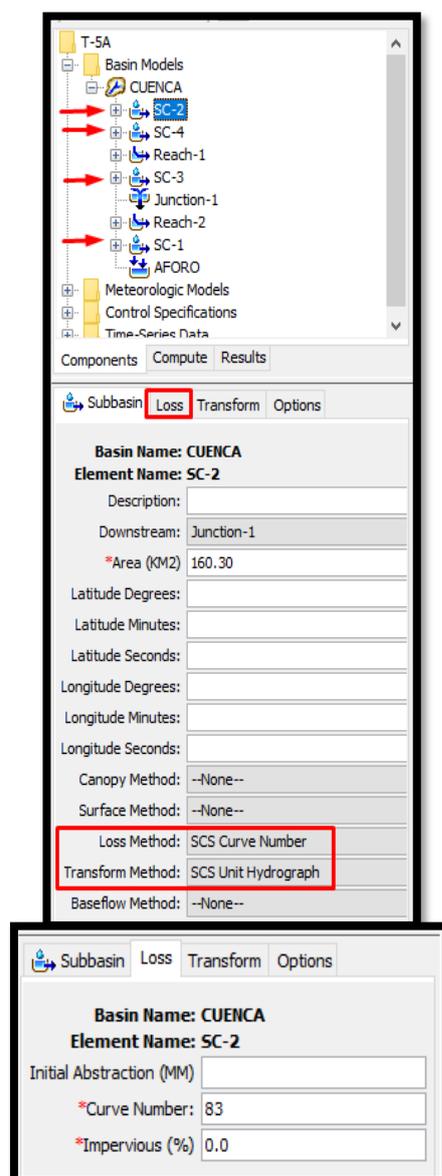


Fig.24. Método SCS. Extraído del software Hec-Hms

Tabla.6. Número de curva (CN). Adaptado del software ArcMap 10.5

SubCuenca	Descripción	Goup_hid	CobVeg	NC	Área (km2)	Ponderación	NC
SC-1	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	6.560	505.12	77
SC-1	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	9.179	706.78	
SC-1	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	78	6.160	480.48	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	0.085	7.50	83
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	0.579	50.98	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.548	39.98	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.724	52.87	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.235	17.16	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.295	21.55	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.067	4.88	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.028	2.03	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.030	2.17	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.064	4.64	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.023	1.67	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	0.067	4.87	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	73	4.801	350.44	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	70	8.024	561.71	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	70	10.501	735.09	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Matorral arbustivo	70	14.042	982.91	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Matorral arbustivo	70	4.255	297.87	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Matorral arbustivo	70	0.769	53.86	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Páramo	74	2.236	165.47	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Páramo	74	0.902	66.75	
SC-2	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	112.027	9858.40	
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	78	0.160	12.48	77
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	78	0.143	11.14	
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	78	0.571	44.56	
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	78	0.928	72.37	
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	14.607	1124.74	
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	29.051	2236.90	
SC-3	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	78	9.236	720.42	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	0.008	0.74	85
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	0.000	0.00	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	0.150	13.20	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	70	0.131	9.16	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	70	0.007	0.48	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	70	0.742	51.92	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque montano occidental andino	70	0.435	30.42	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	11.523	887.27	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	0.436	33.57	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	0.853	65.66	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Bosque seco de montaña	77	5.806	447.05	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Matorral arbustivo	70	6.400	448.00	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Páramo	74	2.215	163.88	
SC-4	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico	C	Agricultura costera y andina	88	91.800	8078.40	

Se continúa colocando en la opción de Transform, es valor del Lag time (Tiempo de retraso) el cual es:

Tabla.7. Tiempo de retardo para cada sub cuenca

SubCuenca	Tc NC (min)	Tc final (min)	T _R retardo (min)
SC-1	83	74	44.13
SC-2	136	133	79.93
SC-3	81	74	44.44
SC-4	86	88	52.99

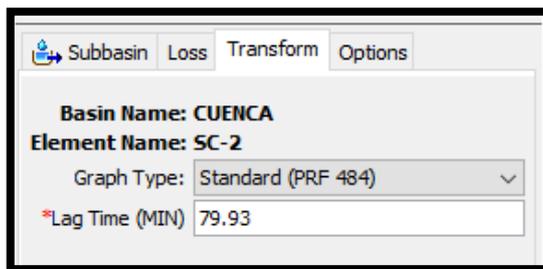


Fig.25. Opción Basin Model- Transform. Extraído del software Hec-Hms

Seguidamente se crea la carpeta DEL Modelo Meteorológico, donde se va a configurar todos los datos de la precipitación con el método Gage Weights (peso calibrado), ya que de esta manera se va a determinar el porcentaje de influencia que tiene cada sub cuenca para finalmente generar el caudal máximo.

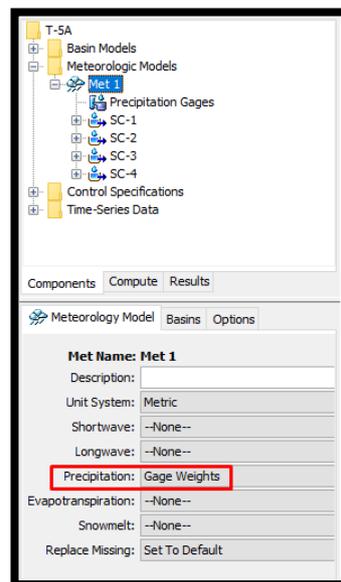


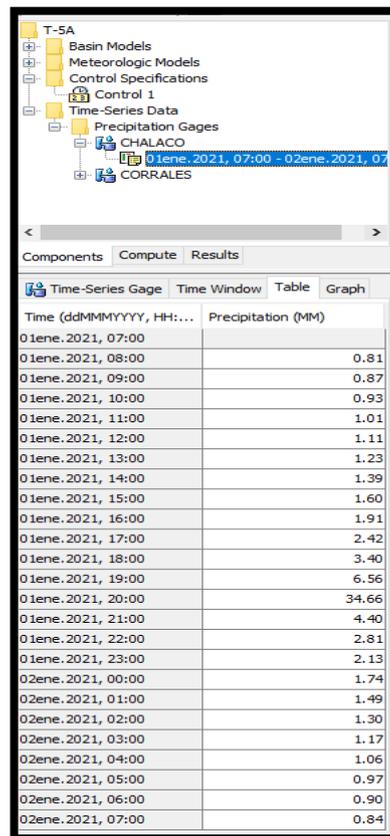
Fig.26. Calibración del modelo meteorológico. Extraído del software Hec-Hms



A continuación, se crea el componente denominado control de especificaciones, donde básicamente se introduce los tiempos de simulación, se consideró colocar un tiempo de simulación de 18 horas, dado que se pueda visualizar los hidrogramas de salida

Fig.27. Componente de control de especificaciones. Extraído del software Hec-Hms

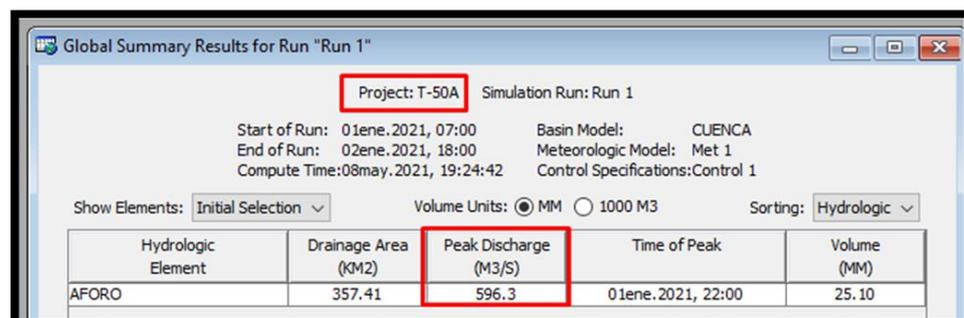
Finalmente colocamos el **Time Series Data**, donde se colocará todas las precipitaciones que obtuvieron del método del bloque alterno:



Time (ddMMYYYY, HH:MM)	Precipitation (MM)
01ene.2021, 07:00	
01ene.2021, 08:00	0.81
01ene.2021, 09:00	0.87
01ene.2021, 10:00	0.93
01ene.2021, 11:00	1.01
01ene.2021, 12:00	1.11
01ene.2021, 13:00	1.23
01ene.2021, 14:00	1.39
01ene.2021, 15:00	1.60
01ene.2021, 16:00	1.91
01ene.2021, 17:00	2.42
01ene.2021, 18:00	3.40
01ene.2021, 19:00	6.56
01ene.2021, 20:00	34.66
01ene.2021, 21:00	4.40
01ene.2021, 22:00	2.81
01ene.2021, 23:00	2.13
02ene.2021, 00:00	1.74
02ene.2021, 01:00	1.49
02ene.2021, 02:00	1.30
02ene.2021, 03:00	1.17
02ene.2021, 04:00	1.06
02ene.2021, 05:00	0.97
02ene.2021, 06:00	0.90
02ene.2021, 07:00	0.84

Fig.28. Componente Time Series Data. Extraído del software Hec-Mms

Colocados todos los **parámetros de modelado** se corre el programa y se obtienen los resultados de caudales para los diferentes periodos de retorno, como se visualiza a continuación;



Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
AFORO	357.41	596.3	01ene.2021, 22:00	25.10

Fig.29. Caudal máximo= 50 años. Extraído de software Hec-Hms

Modelado hidráulico de zona de estudio en el software Iber

En el modelo matemático Iber se realizan 3 procesos bien definidos, los mismos que se explicaran a continuación, para el cálculo hidráulico de Inundación de los Centros Poblados Ingenio y Pampa Flores de Buenos Aires.

Pre proceso

Paso1: A partir de las curvas de nivel, se deben crear un modelo de elevación digital (DEM) y un archivo ASCII, en mi caso para poder obtener el DEM he usado el software Civil 3D, seguidamente lo he procesado en el software Qgis y a partir de este he obtenido el formato ASCII, de esta manera al importar este último formato podremos trabajar limpiamente nuestro modelo Hidrológico en Iber.

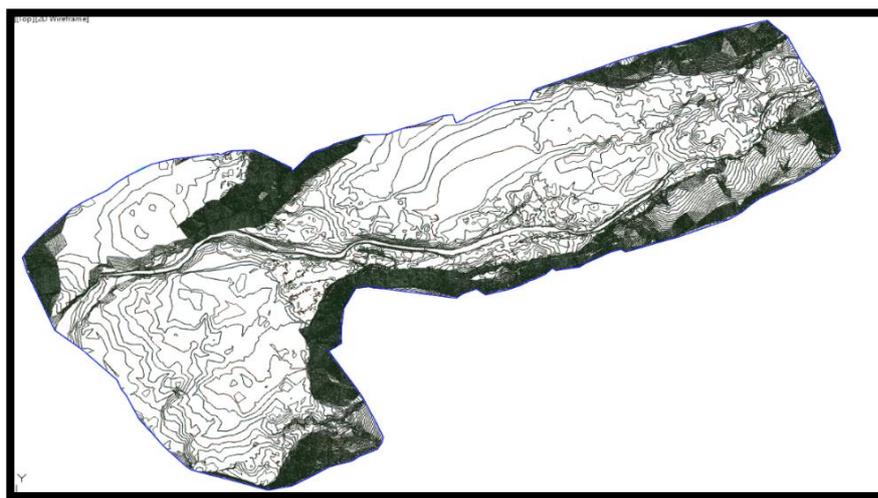


Fig.30. Curva de nivel del área de estudio. Adaptado del software Civil 3D

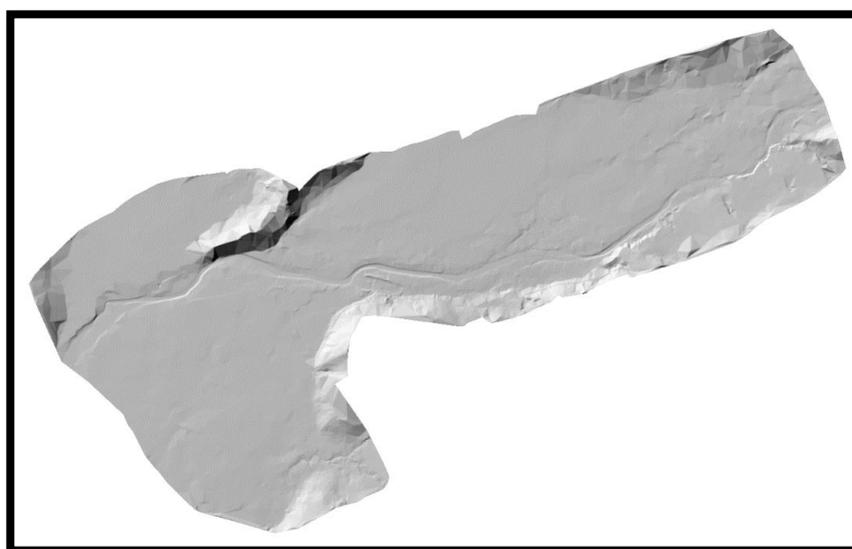


Fig.31. Modelo de Elevación Digital (DEM). Adaptado en el software Qgis.

Paso 2: crear los polígonos que corresponden a las características de la zona de estudio para luego asignarle las rugosidades de Manning, así como el mayado



Fig.32. Polígono en planta de la zona de estudio. Extraído de software Iber.

Paso 3: Asignamos las condiciones de rugosidad de terreno, es decir el coeficiente de Manning, para ello tenemos que ir a la ventana de **datos**.

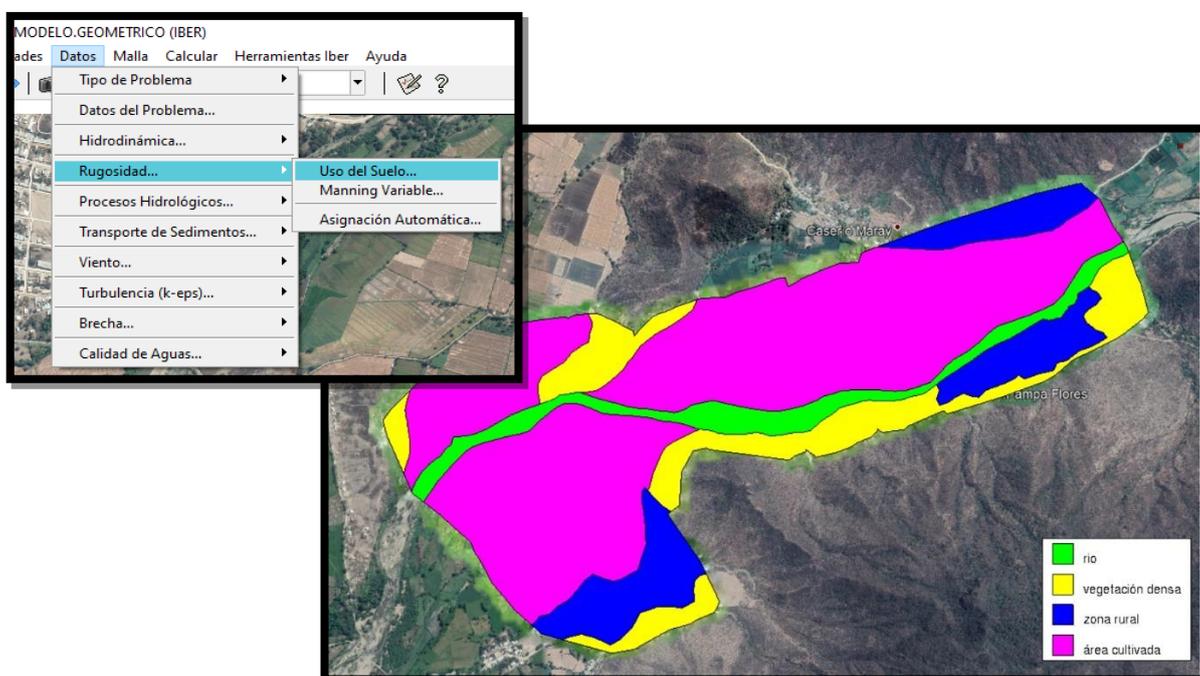


Fig.33. Asignación de la rugosidad de Manning. Extraído de software Iber

Tabla.8. Coeficientes de Manning usados en modelado Hidraulico

Descripción en Iber	Según su característica Ven Te Show	coeficiente de manning
Río	Limpio, serpenteante o curvado, algunos pozos y bancos de arena, pero algunos matorrales y piedras	0.035
Vegetación cultivada	Cultivos maduros alineado	0.025
Descripción en Iber		coeficiente de manning
Zona rural		0.15
Vegetación densa		0.18

Asignación de las condiciones de contorno

En las condiciones de contorno se introduce el caudal de entrada y se determina por donde ingresa el agua, así como se indica por donde desfoga el río

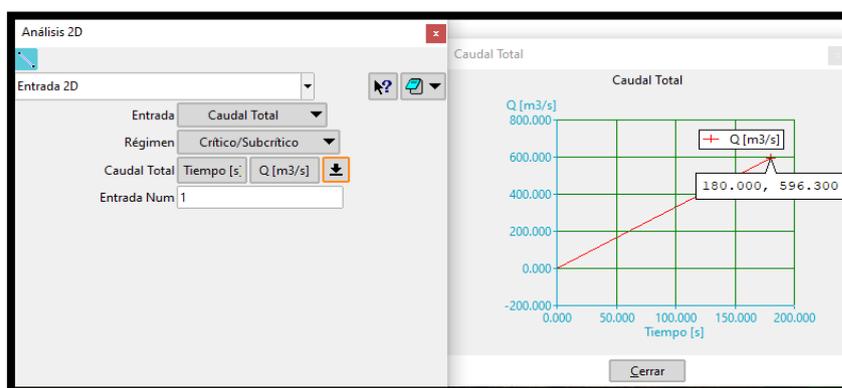


Fig.34. Asignación de la condición de contorno de Entrada. Extraído del Software Iber

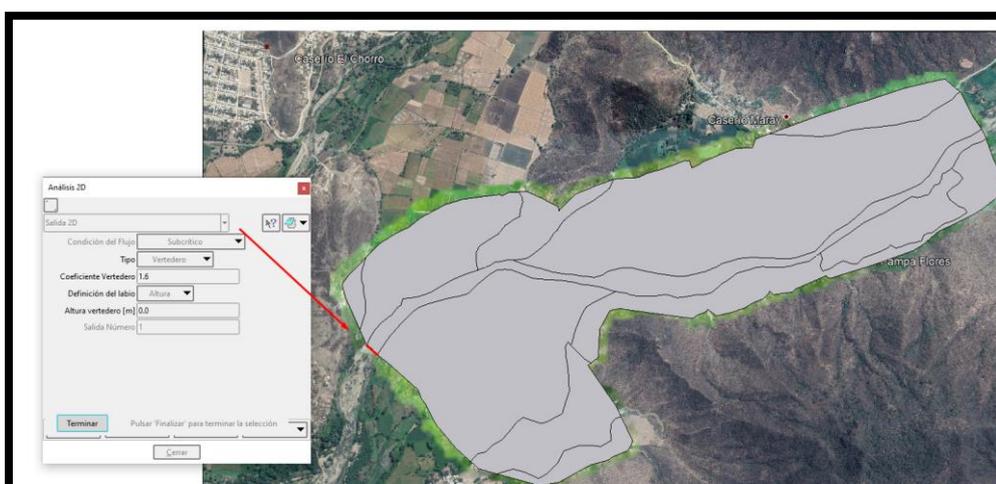


Fig.35. Asignación de la condición de contorno de Salida. Extraído del Software Iber.

GENERACIÓN DE MALLAS

Generamos la malla, la cual representa el terreno (topografía), se decidió colocarle valores de mallado de 5 al río, para poder tener un mejor detalle del transporte de agua, así mismo también se toma como criterio que en zonas accidentadas el mallado será más pequeño que las partes llanas.

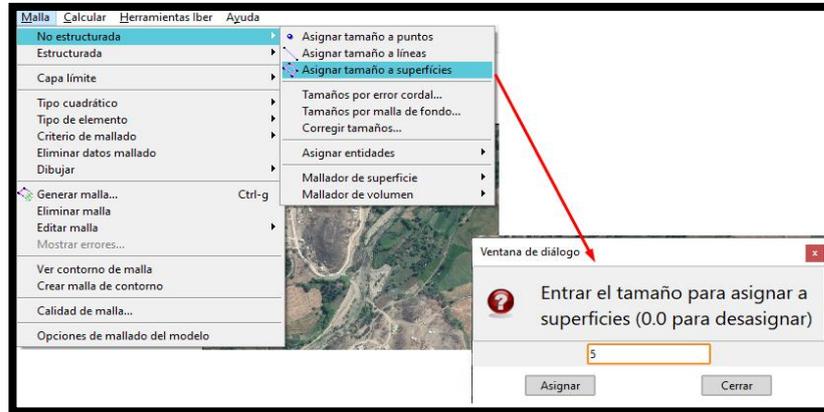


Fig.36. Asignación del mallado. Adaptado del Software Iber.

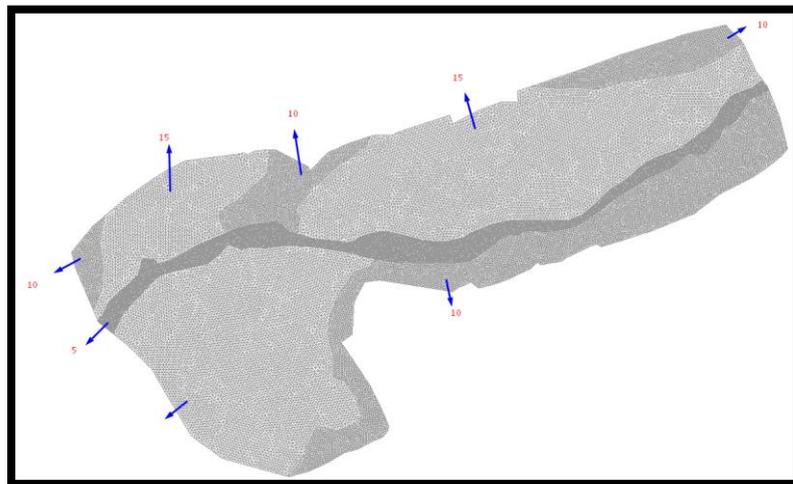


Fig.37. Mallado de las diferentes areas de topografía. Adaptado del Software Iber.

Finalmente, como parte de pos-proceso se inserta el Modelo de Elevación Digital

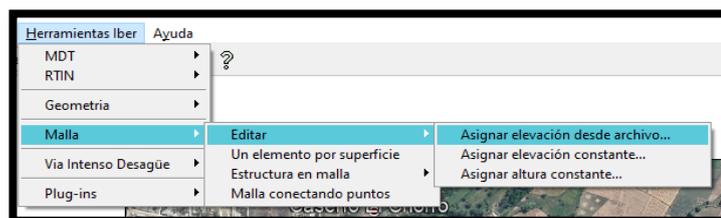


Fig.38. Inserción de malla en formato ASCII. Adaptado del software Iber.

PROCESO

ASIGNACIÓN DE LAS OPCIONES DEL CÁLCULO

En este proceso se le indica al programa el tiempo que puede demorar en generar los resultados de modelación, para este caso se le asigno para un Periodo de Retorno de 50 años 40000 segundos y con intervalos de tiempo de 90 segundos.

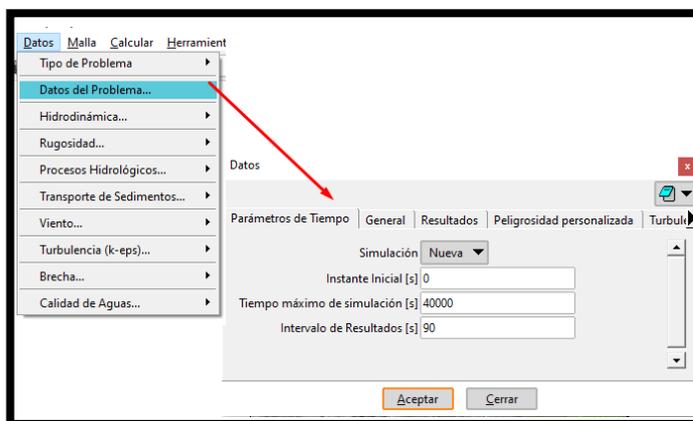


Fig.39. Inserción de parámetros de tiempo de procesado. Adaptado del software Iber

POST PROCESO

Finalizado el cálculo nos trasladamos al post proceso donde podremos observar el comportamiento del caudal que hemos introducido al programa, de donde podemos obtener diferentes resultados como Calado, Número de Froude, Caudal superficial, Velocidades, así como la cota de agua, etc.

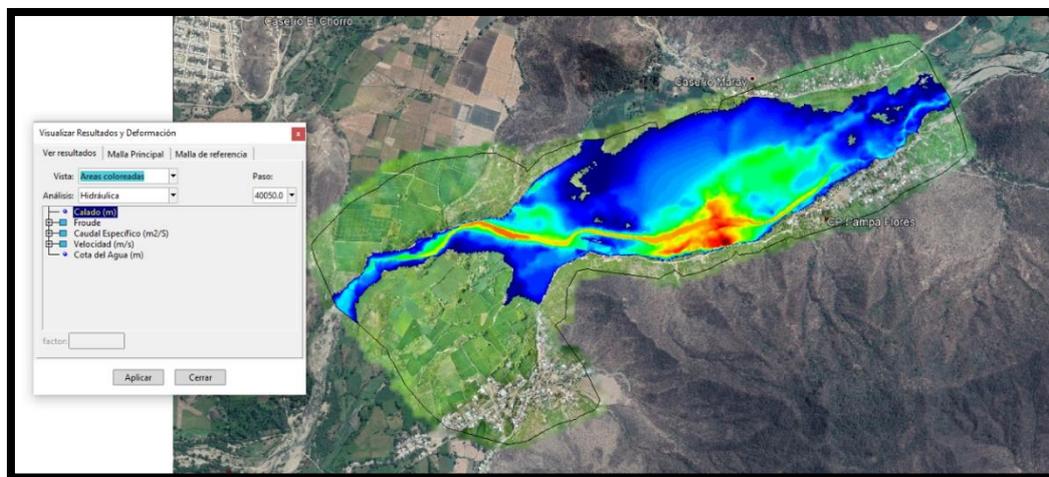


Fig.40. Visualización de resultados del modelado. Extraído del software Iber

Determinación del nivel de riesgo

El Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales [16] determina que el riesgo está en función del peligro y la vulnerabilidad, es decir riesgo es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad, como se observa en la siguiente ecuación

$$R = f(P, V)$$



Nivel de peligro del CP. Pampa Flores

El manual del CENEPRED aprobado por Resolución Jefatural [16] menciona que “El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”, además INDECI (2006) define al peligro como aquel fenómeno de origen natural o causado por el hombre potencialmente dañino, que puede ocasionar la pérdida de vidas, daños materiales, degradación del medio ambiente o interrupción de la actividad socioeconómica.

Parámetros de Evaluación

Una vez identificado el área de influencia directa del peligro generado por fenómeno natural es importante definir el o los parámetros de evaluación que intervienen en el mecanismo generador del fenómeno.

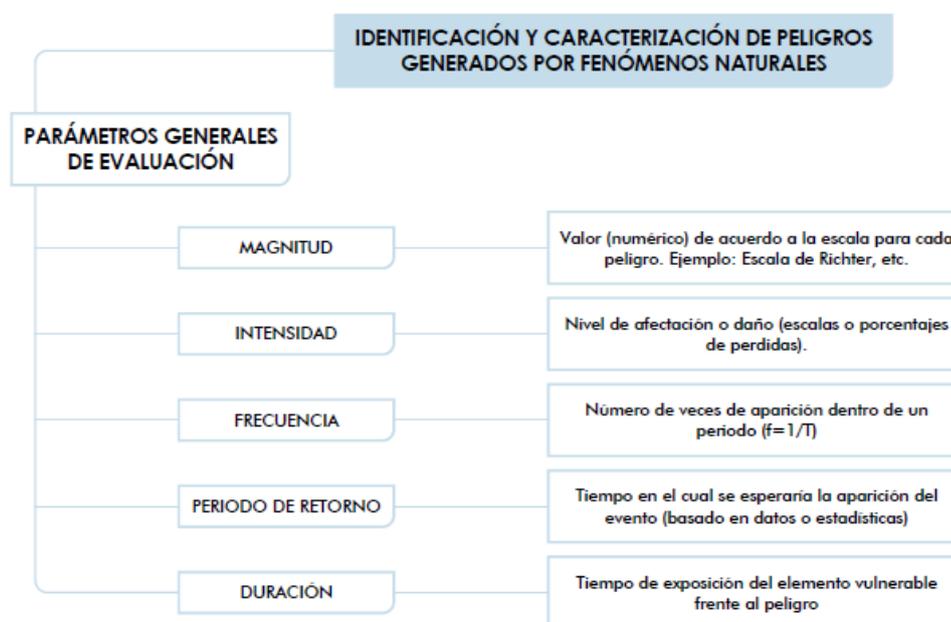


Fig.41. Parámetros para la identificación y caracterización del peligro. CENEPRED [16]

Factores Condicionantes

Son aquellos parámetros propios de ámbito geográfico de estudio el cual puede contribuir de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural, así como también a su distribución espacial.

Geología

Geomorfología

Pendiente

Estos parámetros seleccionados ayudarán a caracterizar el fenómeno natural y por ende se podrá determinar el nivel de peligro para la zona en estudio.

Factores Desencadenantes

Son aquellos parámetros que desencadenan eventos o sucesos que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico.

El parámetro desencadenante son los caudales generados por las máximas avenidas para los diferentes periodos de retorno que se han evaluado se ha tenido en cuenta los caudales a partir de 5,10,25,50 años.

Ponderación de Parámetros

Para la ponderación de los criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos y cualitativos los cuales son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres.

Paso 1: Haciendo uso de la matriz de comparación de pares se evaluó la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se utilizó la escala desarrollada por Saaty.

Tabla.9. Escala de Saaty

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con 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 otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con 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 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 otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante 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.	

Paso 2: El análisis da inicio comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna) dándole el grado de importancia de cada subcriterio con respecto a otro, el valor de 1 indica igual importancia.

Paso 3: Se procede a calcular la matriz de normalización que nos muestra el vector priorización (peso ponderado), gracias a este peso ponderado podemos indicar la importancia del parámetro en el análisis del fenómeno.

Paso 4: Se continuo con el cálculo de la relación de consistencia el cual el manual del CENEPRED indica que este valor debe ser menos al 10 % ($RC < 0.1$), lo que nos indicaría que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados, la fórmula que se usó para este cálculo es la brindada por el manual del CENEPRED para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 versión.

Nivel de Vulnerabilidad del C.P. Pampa Flores

Define [16] a la vulnerabilidad como, la susceptibilidad no solo de la estructura física, actividades socioeconómicas, sino que también de la Población, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Teniendo en cuenta este concepto y en virtud de la importancia del estudio e información disponible se recabo información primaria a nivel de lote, haciendo uso de los mapas base que proporciona el Sistema de Información Geológico y Catastral Minero GEOCATMIN, así como el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres SIGRID Además se realizaron encuestas a los pobladores del centro Poblado Pampa Flores, donde el número de viviendas encuestadas fueron 118.

Es importante mencionar que, se cuantificará la afección probable de los elementos expuestos que están dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, determinando las probables pérdidas o daños que podrían generarse a consecuencia del posible peligro de socavación en el centro poblado Pampa Flores del distrito de Buenos Aires provincia de Morropón.

El análisis de la vulnerabilidad se dividió en función de las DIMENSIONES: SOCIAL Y ECONÓMICA, dado a que el problema de peligro no representa grandes impactos en la dimensión AMBIENTAL.

Análisis de los factores de Vulnerabilidad

Exposición: Esta referida a la decisiones y prácticas que posicionan al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro.

La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, la misma que se debe a procesos no planificados de crecientes demográficos, a un proceso migratorio desordenado o al proceso de urbanización sin un manejo adecuado del territorio.

A mayor exposición mayor vulnerabilidad.

Fragilidad: Esta referida a las condiciones de desventaja, debilidad relativa del ser humano, así como sus medios de vida frente a un determinado peligro.

En términos generales la fragilidad está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad.

Resiliencia: Se determina como la capacidad de las personas, familias y comunidades para asimilar, absorber, cambiar, adaptarse o resistir y recuperarse del impacto de una amenaza o peligro, así como también de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres ya pasados para protegerse mejor en el futuro.

Nivel de riesgo del CC.PP. Pampa Flores

En el manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales [16], menciona que el Riesgo es la consecuencia de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de todos los elementos expuestos, cuyo fin es determinar los posibles efectos y consecuencias sociales tanto económicas y ambientales, todas ellas asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. En ese sentido, una vez ya identificados y analizados los peligros que para este centro poblado es la Socavación generada por la presencia de máximas avenidas y además de realizado el análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad, se procede a la unión de estos para poder calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Matriz de consistencia

Tabla.10. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundación, de los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores del distrito de buenos aires, ubicados en la provincia de Morropón-Piura , como consecuencia del desborde del río Corral del Medio en su margen izquierda y en épocas de máximas avenidas?</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL Realizar la evaluación hidrológica e hidráulica con el modelo matemático Iber para determinar el riesgo por inundación en los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores pertenecientes al distrito de Buenos Aires –Morropón.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar los mapas de inundación causados por el desborde del rio Corral del Medio para diferentes periodos de retorno. • Determinar el nivel de vulnerabilidad a la que está expuesta los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores , pertenecientes al Distrito de Buenos Aires –Morropón • Determinar el nivel de peligro a la que está expuesta los centros poblados Ingenio de Buenos distrito Aires, Pampa Flores pertenecientes al distrito de Buenos Aires –Morropón. • Determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Corral del Medio. • Simular una estructura Hidráulica para mitigar los impactos negativos que genera la inundación. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Caudal</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Inundacion Estudio Geomorfológico Estudio Hidrológico Estudio Topográfico</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Por el tipo de estudio a realizar, esta investigación es descriptiva ya que busca especificar parámetros, características y rasgos importantes de la cuenca del río corral del medio, así como determinar el nivel de peligro y vulnerabilidad a la que las zonas ribereñas al rio en estudio están expuestas.</p> <p>POBLACIÓN El distrito de buenos aires el cual ha sido afectado por la inundación del rio Corral del Medio.</p> <p>MUESTRA Los Habitantes del distrito de buenos aires aledaños al rio corral del medio y que habitan en los centros poblados Ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores.</p>

IV. Resultados y discusión:

Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río corral del medio

superficie de cuenca

Área de la cuenca

Es el área planar es decir la proyección horizontal incluida en su divisoria topográfica, la misma que para el río Corral del Medio corresponde a **357.402 km²**, subdividida en sus cuatro microcuencas tributarias.

Clasificación

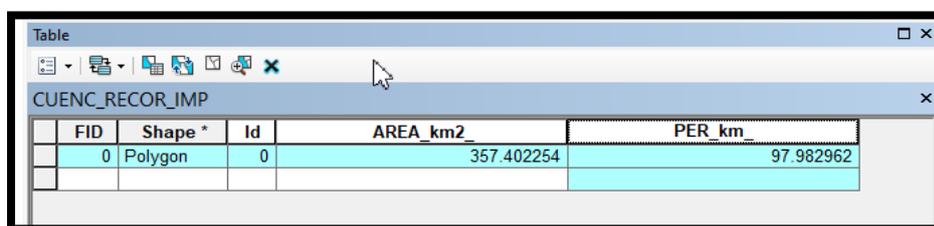
Según la clasificación del tamaño de la cuenca de Máximo Villon, la cuenca del río Corral del Medio es una cuenca GRANDE, ya que es mayor a 250 km².

TAMAÑO DE LA CUENCA	DESCRIPCIÓN
<250 km ²	Pequeña
>250 km ²	GRANDE

Fig.42. Clasificación del tamaño de cuencas [2]

Elementos de distancia

Perímetro de la cuenca: es considerado todo el entorno a partir del parteaguas de la cuenca de análisis, para la cuenca del río Corral del Medio se tiene un perímetro de 97.983 km.



FID	Shape *	Id	AREA_km2_	PER_km
0	Polygon	0	357.402254	97.982962

Fig.43. Área y Perímetro de la cuenca del río Corral del Medio. Extraído del software ArcMap 10.5

Longitud axial: se determina mediante la distancia trazada en línea recta uniendo la desembocadura del drenaje y el punto extremo más alto de la cuenca en estudio.

La longitud axial de la cuenca es de **30.489 Km**

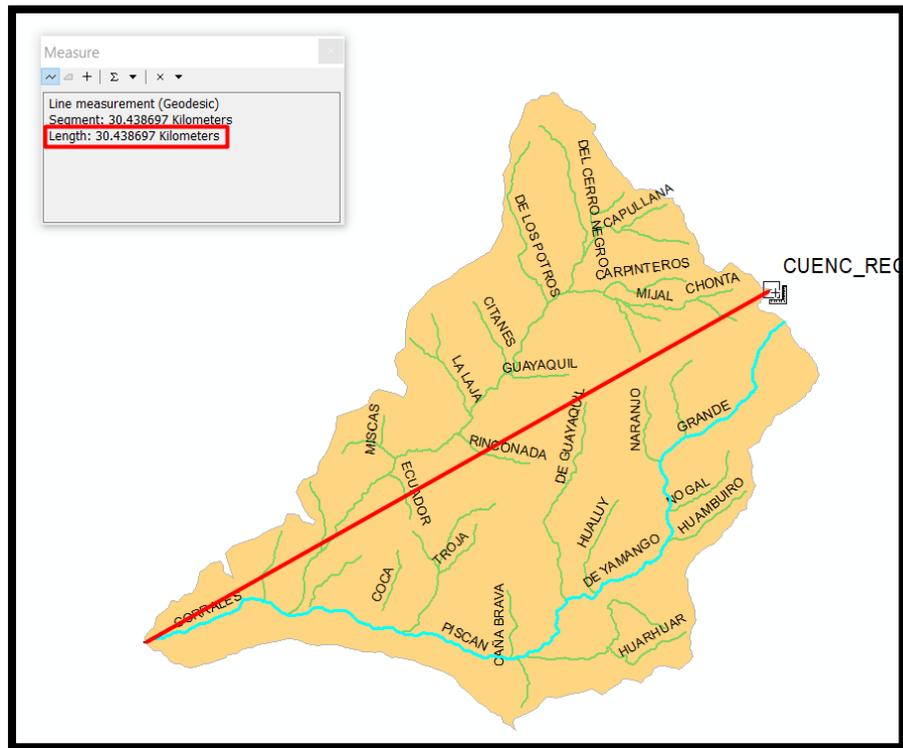


Fig.44. Longitud Axial de la cuenca en estudio. Adaptado en el software ArcMap 10.5

Ancho de la cuenca: El ancho promedio de la cuenca es 21.822km

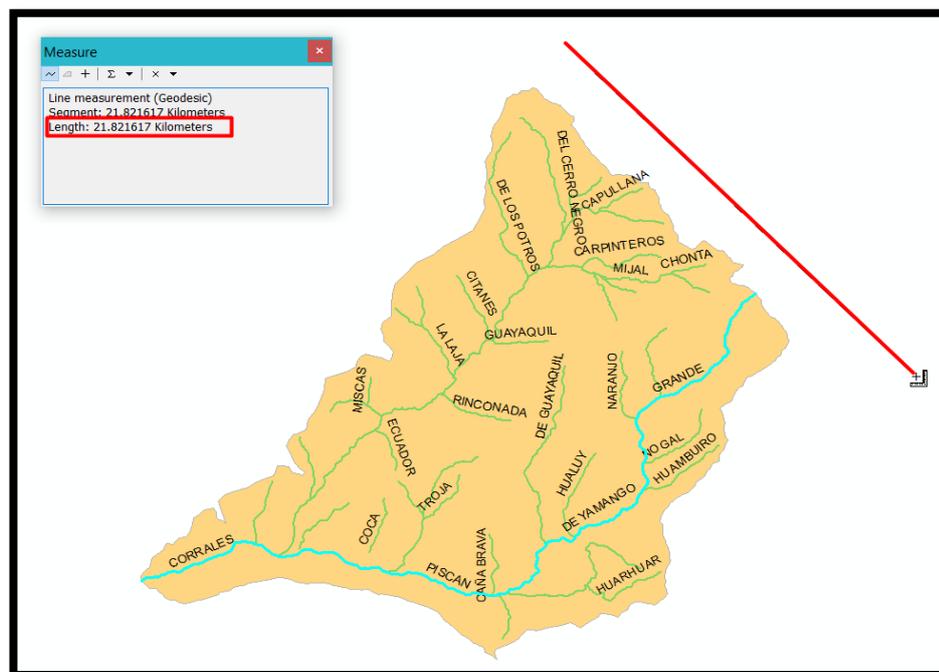


Fig.45. Ancho de cuenca del río Corral del Medio. Adaptado al software ArcMap 10.5

Delimitación de sub cuencas: el número de Sub-Cuencas aportantes al Río Corral del Medio son 4, estas han sido delimitadas con el uso del programa ArcMap 10.5

Tabla.11. Subcuencas del río Corral del Medio

SIMBOLO	SUB CUENCAS	ÁREA(km2)
SC-1	RÍO CORRALES	21.90
SC-2	RÍO CHALACO	160.30
SC-3	RÍO PISCAN	54.70
SC-4	RÍO DE YAMANGO	120.50
TOTAL		357.40

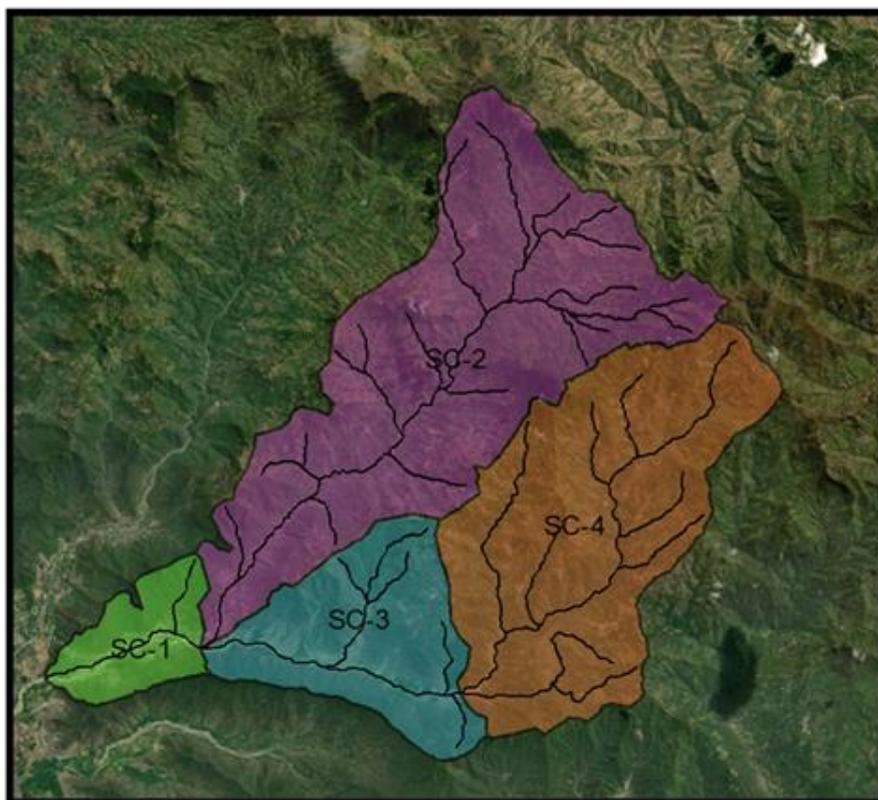


Fig.46. Delimitación de Subcuencas del Río corral del Medio. Adaptado al software ArcMap 10.5

Elementos de forma de la cuenca

Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca = 97.98 km

A: Área de la cuenca Área= 357.40 km²

Kc= 1.462

RANGO	DESCRIPCIÓN
1-1.25	Corresponde a forma redonda a oval redonda
1.25-1.5	Corresponde a forma oval redonda a oval oblonda
1.5-1.75	Corresponde a forma oval oblonda a rectangular oblonda

Fig.47. Clasificación de coeficiente de compacidad [2]

En consecuencia, el valor **Kc 1.462** nos indica que la cuenca en estudio presenta una forma oval Oblonda, reflejando así una capacidad de concentración media de agua de escurrimiento.

Factor de forma según Horton (Kf)

Expresa la relación, entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud [9]

$$K_f = \frac{Area}{La^2}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la cuenca} = 357.40 \text{ Km}^2$$

$$La: \text{Longitud axial} = 30.42 \text{ Km}$$

$$F = 0.3861$$

Clasificación de factor forma.

Ff	DESCRIPCIÓN
F>1	Redonda
F<1	Alargada

Fig.48. Clasificación de factor de forma [2]

Obteniendo como resultado 0.39, donde según Villón esto evidencia que la cuenca presenta una forma alargada concluyendo que está menos sujeta a un alto riesgo de inundación o también erosión superficial, sin embargo, dicho valor no indica el grado de incidencia que se produciría en la cuenca.

Elementos de relieve de la cuenca.

Son características que nos muestra la variación de la inclinación de la superficie de la cuenca y estas se considera con referencia al nivel del mar, teniendo los siguientes indicios:

Curva de frecuencia de altitudes

Es la representación Gráfica de la distribución en porcentaje de las superficies ocupadas por diferentes altitudes [2].

Altitud de frecuencia media

Es aquella altitud que corresponde al punto de abscisa media de la curva de frecuencia de altitudes [2], donde este parámetro se obtiene mediante la ecuación mostrada :

$$Hm = \frac{\sum(ai \times hi)}{Ac}$$

Donde:

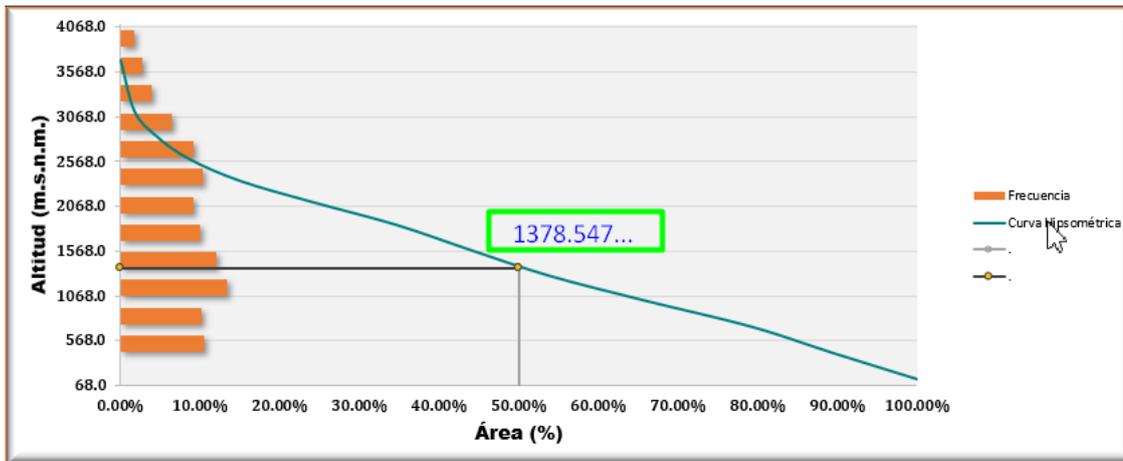
Ac= Área de la cuenca

Ai*Hi= Sumatoria entre área parcial y altitud media

Tabla.12. Determinación de la altitud de frecuencia Media

Cota _{min}	Cota _{máx}	AREA PARCIAL	ALTITUD MEDIA	Ai*Hi
msnm		Ai	Hi	
135.00	428.43	37.90	185.00	7011.28
428.43	720.78	36.41	478.43	17418.99
720.79	1013.14	47.79	770.79	36832.47
1013.14	1291.56	43.08	1063.14	45800.52
1291.57	1583.92	35.80	1341.57	48029.98
1583.93	1862.35	33.03	1633.93	53966.62
1862.36	2112.94	37.00	1912.36	70751.90
2112.95	2349.61	32.58	2162.95	70477.57
2349.61	2600.19	23.31	2399.61	55941.58
2600.20	2850.74	14.35	2650.20	38037.84
2850.79	3129.19	9.88	2900.79	28669.09
3129.23	3700.00	6.17	3179.23	19626.02
AREA		357.306		492563.86

Fig.49. Curva Hipsométrica y de Frecuencia de altitudes. Elaboración propia



La altitud de frecuencia media de la cuenca es de **1378.547 m.s.n.m**

Perfil longitudinal del cauce principal

El cauce del río CORRAL DEL MEDIO nace en la subcuena donde se ubica el río GRANDE a unos **(3300 m.s.n.m)**.

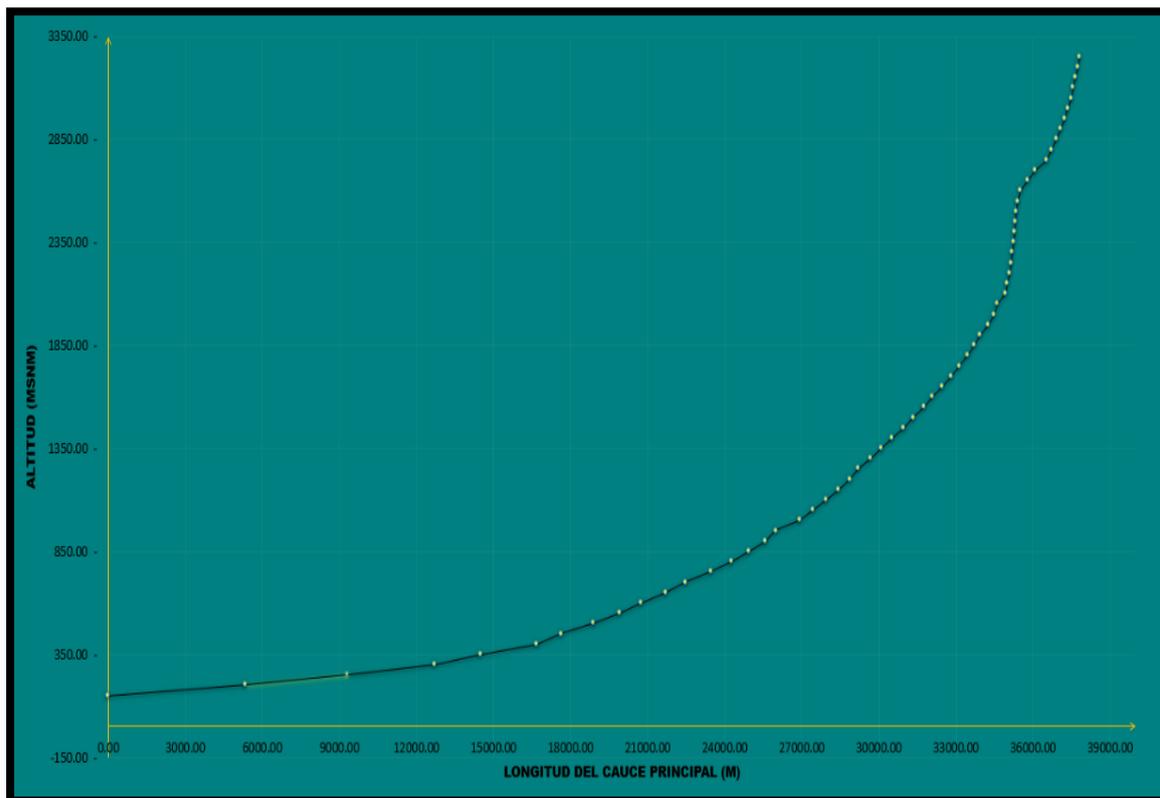


Fig.50. Perfil longitudinal del río corral del medio. Elaboración propia

Declividad de alveolos

Indica que cauce principal y su red tributaria discurre con cierta velocidad que depende directamente de la declividad de estos, mientras mayor sea la declividad mayor será la velocidad de escurrimiento y Erosión fluvial.

Pendiente del cauce

Se desarrolló por el método de la Ecuación de Tylor y Schwarz, el cual dicho método precisa que un río está formado por “n” tramos de misma longitud, en la cual cada uno de ellos tiene pendiente uniforme

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \left(\frac{\sum Li}{\sum \frac{Li}{Si^{0.5}}} \right)^2$$

Donde:

$\sum Li$ = Sumatoria de longitud del tramo i

$\sum Si$ =Sumatoria de pendiente del tramo i

Tabla.13. Cálculo de la pendiente del río corral del medio por método de Taylor Schwarz

Cota _{min}	Cota _{max}	Δ Cota	Distancia entre Cotas li*	Distancias Acumuladas	Distancia inclinada entre cotas li**	Distancia Inclinada Acumulada	Pendiente por segmento	Si ^{1/2}	li**/Si^(1/2)
msnm									
150.00		--	--	0.00	--	--	--	--	--
150.00 - 200.00		50.00	5339.14	5339.14	5339.37	5339.37	0.0094	0.0968	55174.81
200.00 - 250.00		50.00	3992.55	9331.69	3992.86	9332.24	0.0125	0.1119	35679.98
250.00 - 300.00		50.00	3393.66	12725.35	3394.03	12726.26	0.0147	0.1214	27961.73
300.00 - 350.00		50.00	1770.21	14495.56	1770.92	14497.18	0.0282	0.1681	10537.21
350.00 - 400.00		50.00	2183.18	16678.74	2183.76	16680.93	0.0229	0.1513	14429.94
400.00 - 450.00		50.00	968.77	17647.51	970.06	17651.00	0.0516	0.2272	4269.97
450.00 - 500.00		50.00	1233.26	18880.77	1234.28	18885.27	0.0405	0.2014	6129.92
500.00 - 550.00		50.00	1043.10	19923.88	1044.30	19929.57	0.0479	0.2189	4769.83
550.00 - 600.00		50.00	832.64	20756.52	834.14	20763.71	0.0600	0.2451	3403.95
600.00 - 650.00		50.00	935.63	21692.15	936.97	21700.68	0.0534	0.2312	4053.13
650.00 - 700.00		50.00	780.41	22472.55	782.01	22482.68	0.0641	0.2531	3089.48
700.00 - 750.00		50.00	981.12	23453.68	982.40	23465.08	0.0510	0.2257	4351.75
750.00 - 800.00		50.00	805.75	24259.43	807.30	24272.38	0.0621	0.2491	3240.79
800.00 - 850.00		50.00	697.64	24957.06	699.43	24971.81	0.0717	0.2677	2612.59
850.00 - 900.00		50.00	631.15	25588.21	633.13	25604.93	0.0792	0.2815	2249.43
900.00 - 950.00		50.00	395.88	25984.10	399.03	26003.96	0.1263	0.3554	1122.79
950.00 - 1000.00		50.00	936.09	26920.18	937.42	26941.38	0.0534	0.2311	4056.09
1000.00 - 1050.00		50.00	520.16	27440.34	522.56	27463.94	0.0961	0.3100	1685.46
1050.00 - 1100.00		50.00	516.06	27956.40	518.48	27982.42	0.0969	0.3113	1665.69
1100.00 - 1150.00		50.00	482.86	28439.26	485.44	28467.86	0.1035	0.3218	1508.56
1150.00 - 1200.00		50.00	425.86	28865.12	428.79	28896.64	0.1174	0.3427	1251.38
1200.00 - 1250.00		50.00	328.76	29193.88	332.54	29229.18	0.1521	0.3900	852.71
1250.00 - 1300.00		50.00	476.37	29670.25	478.99	29708.17	0.1050	0.3240	1478.46
1300.00 - 1350.00		50.00	417.75	30088.00	420.73	30128.90	0.1197	0.3460	1216.13
1350.00 - 1400.00		50.00	412.67	30500.67	415.69	30544.59	0.1212	0.3481	1194.22
1400.00 - 1450.00		50.00	450.28	30950.95	453.05	30997.64	0.1110	0.3332	1359.57
1450.00 - 1500.00		50.00	397.47	31348.42	400.60	31398.24	0.1258	0.3547	1129.49
1500.00 - 1550.00		50.00	413.46	31761.88	416.47	31814.71	0.1209	0.3478	1197.62

Cota _{min}	Cota _{max}	Δ Cota	Distancia entre Cotas li*	Distancias Acumuladas	Distancia inclinada entre cotas li**	Distancia Inclinada Acumulada	Pendiente por segmento	Si ^{1/2}	li**/Si^(1/2)
msnm									
1550.00 - 1600.00		50.00	315.80	32077.68	319.73	32134.61	0.1583	0.3979	803.54
1600.00 - 1650.00		50.00	389.27	32466.95	392.47	32527.07	0.1284	0.3584	1095.08
1650.00 - 1700.00		50.00	343.14	32810.09	346.76	32873.84	0.1457	0.3817	908.41
1700.00 - 1750.00		50.00	320.21	33130.30	324.09	33197.93	0.1561	0.3952	820.16
1750.00 - 1800.00		50.00	338.98	33469.28	342.65	33540.58	0.1475	0.3841	892.17
1800.00 - 1850.00		50.00	261.35	33730.63	266.09	33806.67	0.1913	0.4374	608.35
1850.00 - 1900.00		50.00	201.23	33931.86	207.35	34014.02	0.2485	0.4985	415.97
1900.00 - 1950.00		50.00	342.28	34274.14	345.91	34359.93	0.1461	0.3822	905.05
1950.00 - 2000.00		50.00	223.77	34497.91	229.29	34589.22	0.2234	0.4727	485.06
2000.00 - 2050.00		50.00	111.36	34609.27	122.07	34711.29	0.4490	0.6701	182.17
2050.00 - 2100.00		50.00	330.15	34939.42	333.91	35045.20	0.1514	0.3892	858.04
2100.00 - 2150.00		50.00	64.14	35003.56	81.33	35126.53	0.7795	0.8829	92.11
2150.00 - 2200.00		50.00	96.75	35100.31	108.91	35235.43	0.5168	0.7189	151.49
2200.00 - 2250.00		50.00	49.90	35150.21	70.64	35306.07	1.0020	1.0010	70.57
2250.00 - 2300.00		50.00	49.03	35199.24	70.03	35376.10	1.0198	1.0098	69.35
2300.00 - 2350.00		50.00	40.16	35239.40	64.13	35440.23	1.2450	1.1158	57.48
2350.00 - 2400.00		50.00	45.18	35284.58	67.39	35507.62	1.1067	1.0520	64.06
2400.00 - 2450.00		50.00	27.87	35312.45	57.24	35564.86	1.7940	1.3394	42.74
2450.00 - 2500.00		50.00	40.31	35352.76	64.23	35629.09	1.2404	1.1137	57.67
2500.00 - 2550.00		50.00	65.29	35418.05	82.24	35711.33	0.7658	0.8751	93.97
2550.00 - 2600.00		50.00	98.10	35516.15	110.11	35821.43	0.5097	0.7139	154.23
2600.00 - 2650.00		50.00	275.97	35792.12	280.46	36101.90	0.1812	0.4257	658.90
2650.00 - 2700.00		50.00	300.46	36092.58	304.59	36406.49	0.1664	0.4079	746.67
2700.00 - 2750.00		50.00	452.40	36544.98	455.15	36861.64	0.1105	0.3324	1369.10
2750.00 - 2800.00		50.00	180.11	36725.09	186.92	37048.56	0.2776	0.5269	354.77
2800.00 - 2850.00		50.00	200.26	36925.35	206.41	37254.97	0.2497	0.4997	413.08
2850.00 - 2900.00		50.00	152.47	37077.82	160.46	37415.43	0.3279	0.5727	280.20
2900.00 - 2950.00		50.00	166.81	37244.63	174.14	37589.57	0.2997	0.5475	318.08
2950.00 - 3000.00		50.00	104.71	37349.34	116.04	37705.61	0.4775	0.6910	167.92
3000.00 - 3050.00		50.00	131.60	37480.94	140.78	37846.39	0.3799	0.6164	228.39
3050.00 - 3100.00		50.00	65.82	37546.76	82.66	37929.04	0.7596	0.8716	94.84
3100.00 - 3150.00		50.00	113.74	37660.50	124.24	38053.29	0.4396	0.6630	187.39
3150.00 - 3200.00		50.00	99.52	37760.02	111.37	38164.66	0.5024	0.7088	157.13
3200.00 - 3250.00		50.00	51.88	37811.90	72.05	38236.71	0.9638	0.9817	73.39
3250.00 - 3300.00		50.00	107.82	37919.72	118.85	38355.56	0.4637	0.6810	174.53
			37919.72		38355.56				208942.88

Se concluye entonces que haciendo uso de la ecuación de Taylor y Schwarz, determinado que pendiente media del cauce es de: **S = 0.0316m/m (3.16%)**

Declividad de terreno

Este parámetro influye en primera mano en el escurrimiento superficial teniendo en control en gran importancia su velocidad y afectando al tiempo que el agua de lluvia tarda en concentrarse en los cauces fluviales que forman la red de drenaje de cuenca.

Pendiente de la cuenca

Para determinar este importante parámetro se tomó el criterio del rectángulo equivalente y criterio de ALVORD.

Método I- Criterio del Rectángulo Equivalente: Villón [3] menciona que este criterio, no proporciona un resultado significativo de la pendiente de la cuenca, pero puede tomarse como referencia.

Tabla.14. Cálculo para determinar la pendiente media de la cuenca

Código	Cota _{min}	Cota _{máx}	Superficie (Km ²)
	msnm		
1	135.00	428.43	37.90
2	428.43	720.78	36.41
3	720.79	1013.14	47.79
4	1013.14	1291.56	43.08
5	1291.57	1583.92	35.80
6	1583.93	1862.35	33.03
7	1862.36	2112.94	37.00
8	2112.95	2349.61	32.58
9	2349.61	2600.19	23.31
10	2600.20	2850.74	14.35
11	2850.79	3129.19	9.88
12	3129.23	3300.00	6.27
	Σ		357.40

Donde:

$$A: \text{Área de la cuenca} = 357.40 \text{ Km}^2$$

$$Kc = \text{Índice de compacidad} = 1.462$$

* Lado mayor

$$L = \frac{Kc \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot (1 + \sqrt{1 + (1.12/Kc)^2})$$

$$L = 40.52 \text{ Km}$$

Remplazando en la fórmula se obtiene como resultado que el lado mayor tiene 40.52 Km

* Lado menor

$$l = \frac{Kc \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot (1 - \sqrt{1 + (1.12/Kc)^2})$$

$$l = 8.82 \text{ Km}$$

Se tiene entonces un lado menor de 8.82 km haciendo uso de las fórmulas del rectángulo equivalente

$A =$ Área de la cuenca

$K_c =$ Índice de compacidad

$L =$ lado mayor de la cuenca

$A =$ Área de la cuenca

$K_c =$ Índice de compacidad

$L =$ lado mayor de la cuenca

Reemplazando para hallar pendiente media de la cuenca

$S_m = 0.078$ m/m

$S_m = 7.81\%$

Haciendo uso de este método triangulo equivalente se obtiene como resultado que la pendiente media de cuenca por método de rectángulo equivalente es **7.81 %**

Tabla.15. Construcción del Rectángulo Equivalente

$$d_i = A_i / \ell$$

		di (Km)	di (m)	
		4.30	4296.87	
		4.13	4127.89	
		5.42	5417.81	
		4.88	4884.34	
		4.06	4059.05	
		3.74	3744.72	
		4.19	4194.65	
		3.69	3694.29	
		2.64	2643.14	
		1.63	1627.28	
		1.12	1120.53	
		0.71	710.77	
		Σ	40.52	40521.34

Orden de las corrientes

Según Villon [9] que el orden de ríos significa que los de primer orden son los que carecen de afluentes; los de segundo orden se forman cuando se unen con los de primer orden, consecuentemente los de tercer orden se forman al unirse con los de segundo orden y así sucesivamente.

Se ha determinado que el nivel de categoría del cauce principal es de cuarto orden, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

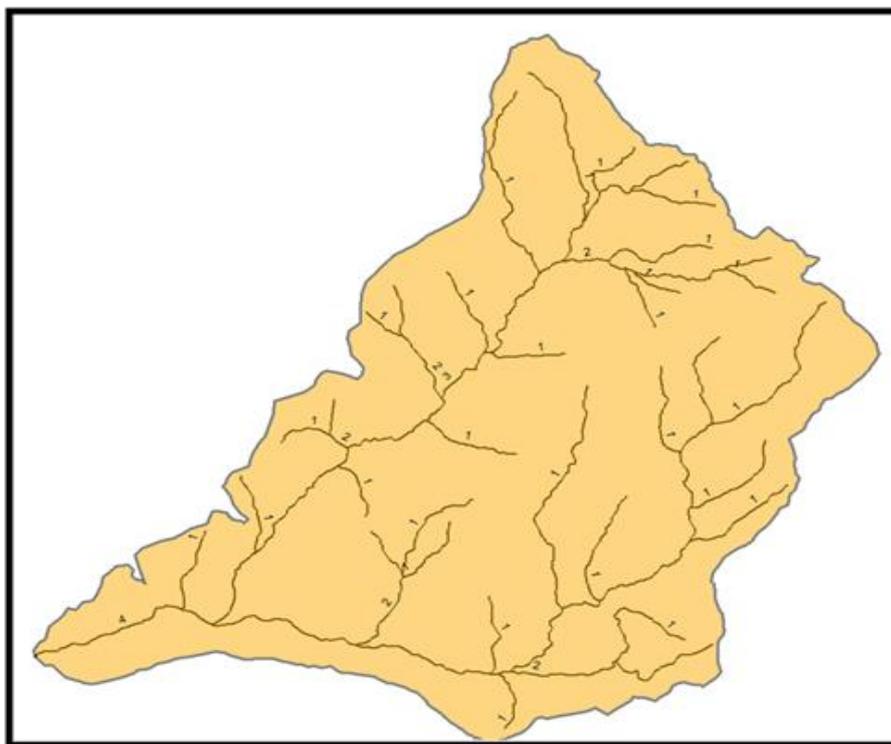


Fig.51. Cuenca del río Corral del Medio con Orden de Ríos. Elaboración propia.

Longitud total de drenajes

Se adjunta el cuadro de corrientes de orden calculado con su respectiva longitud donde se tiene que determinar mediante conteo el número de ríos así, y con ayuda del software ArcMap se obtuvo la longitud total que suman cada río de acuerdo a su orden. Se obtuvo un total de 64 ríos, así como una longitud total de drenaje de 194 km

Tabla.16. Longitud de drenajes de la cuenca del río Corral del Medio

ORDEN	N RIOS	LONGITUD (km)
1	34	120.4
2	14	35.93
3	11	31.38
4	2	6.80
TOTAL	61	194.51

Densidad de drenaje

Este parámetro nos indica la posible naturaleza que pueden llegar a tener los suelos en la que se encuentra la cuenca, así como también nos permite tener una idea sobre la cubierta vegetal existente en la cuenca.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Tabla.17. Cálculo de Densidad de Drenaje de la cuenca del río Corral del Medio

ORDEN	LONGITUD	AREA CUENCA	DENSIDAD DE DRENAJE
ORDEN 1	120.39	357.40 Km ²	0.54 Km/Km ²
ORDEN 2	35.93		
ORDEN 3	31.38		
ORDEN 4	6.80		
Σ	194.51 Km		

Extensión media de escurrimiento

Este parámetro muestra la distancia media que el agua de precipitación tendrá que transportarse hasta el cauce de agua cercano

$$d = \frac{A}{4 L_t} \quad (m)$$

Donde:

$L_t = 194.51$ Km Longitud total de las corrientes

$A = 357.40$ Km² Área total de la cuenca

$d = 459.37$ m

Resumen de parámetros geomorfológicos de la cuenca

Tabla.18. Resumen de Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del río Corral del Medio

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS		CUENCA DEL RÍO
Área (Km ²)		357.40
Perímetro (km)		97.98
Elevación Media (m.s.n.m.)		1378.55
Coeficiente de compacidad (Kc)		1.46
Factor de Forma		0.39
Rectángulo Equivalente	Long. Mayor (Km)	40.52
	Long. Menor (Km)	8.82
Pendiente Media: Rectángulo Equivalente		7.8%
Longitud del Cauce Principal (Km)		39.23
Longitud Total del Cauce (Km)		194.51
Orden de ríos		4to orden
Densidad de Drenaje (Km/Km ²)		0.54
Altitud máxima del cauce (m)		3300.00
Altitud mínima del cauce (m)		135.00
Pendiente media del cauce principal		3.37%
Extensión media del Escurrimiento (m)		459.36

Hidrología estadística

Pluviometría

Método de datos dudosos

Método de Wáter Resources Council: Aplicando este método explicado en la parte de procesamiento y análisis de datos se obtuvieron los siguientes resultados

ESTACIÓN DE CHALACO

Tabla.19. Método de Datos dudosos, estación Chalaco

N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1971	50	3.9120
2	1972	80	4.3820
3	1973	45.7	3.8221
4	1974	38.1	3.6402
5	1975	50	3.9120
6	1976	40.5	3.7013
7	1977	36	3.5835
8	1978	30.2	3.4078
9	1979	51.8	3.9474
10	1980	39.5	3.6763
11	1981	46.1	3.8308
12	1982	62	4.1271
13	1983	105	4.6540
14	1984	50.2	3.9160
15	1985	22.3	3.1046
16	1986	33.2	3.5025
17	1987	36.9	3.6082
18	1988	41	3.7136
19	1989	82.4	4.4116
20	1990	51.8	3.9474
21	1991	48.2	3.8754
22	1992	59	4.0775
23	1993	37.4	3.6217
24	1994	54.5	3.9982
25	1995	65.7	4.1851
26	1996	26	3.2581
27	1997	55.6	4.0182
28	1998	65.4	4.1805
29	1999	60.7	4.1059
30	2000	55.9	4.0236
31	2001	44.8	3.8022
32	2002	72.3	4.2808
33	2003	60.3	4.0993
34	2004	40.2	3.6939
35	2005	31.7	3.4563
36	2006	54.1	3.9908
37	2007	39.1	3.6661
38	2008	57.9	4.0587
39	2009	65.8	4.1866
40	2010	86.1	4.4555
41	2011	50.6	3.9240
42	2012	50.6	3.9240
43	2013	39	3.6636
44	2014	54.6	4.0000
45	2015	53.1	3.9722
46	2016	78.1	4.3580
47	2017	68	4.2195
48	2018	43.7	3.7773
49	2019	61.9	4.1255
Cantidad de datos n		49	49
Máximo		105.00	4.654
Mínimo		22.30	3.105
Media \bar{x}		52.510	3.914
Desviación Estandar S		16.359	0.311
Coeficiente de Asimetría Cs		0.823	-0.173

$$n = 49$$

$$K_n = 2.7604$$

$$x_L = 4.77$$

$$PH = 118.38 \text{ mm}$$

$$x_L = 3.05$$

$$PL = 21.21 \text{ mm}$$

ESTACIÓN CORRALES

Tabla.20. Cálculo aplicando el Método de Datos dudosos, estación Corrales

N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1971	48	3.8712
2	1972	70.2	4.2513
3	1973	61.2	4.1141
4	1974	13.1	2.5726
5	1975	60.8	4.1076
6	1976	44.3	3.7910
7	1977	51.5	3.9416
8	1978	36.3	3.5918
9	1979	35.1	3.5582
10	1980	53.2	3.9741
11	1981	167.3	5.1198
12	1982	60.2	4.0977
13	1983	161.3	5.0833
14	1984	40.7	3.7062
15	1985	31.4	3.4468
16	1986	20.9	3.0397
17	1987	85.6	4.4497
18	1988	13.5	2.6027
19	1989	70.6	4.2570
20	1990	13	2.5649
21	1991	14.9	2.7014
22	1992	61.3	4.1158
23	1993	44.6	3.7977
24	1994	63.1	4.1447
25	1995	74.7	4.3135
26	1996	96.9	4.5737
27	1997	55.1	4.0091
28	1998	19	2.9444
29	1999	85	4.4427
30	2000	78	4.3567
31	2001	78	4.3567
32	2002	120.1	4.7883
33	2003	33.5	3.5115
34	2004	46	3.8286
35	2005	56	4.0254
36	2006	87.7	4.4739
37	2007	58	4.0604
38	2008	107.5	4.6775
39	2009	95.4	4.5581
40	2010	80.7	4.3907
41	2011	101	4.6151
42	2012	120	4.7875
43	2013	55	4.0073
44	2014	14	2.6391
45	2015	100.2	4.6072
46	2016	71.2	4.2655
47	2017	151.5	5.0206
48	2018	44.5	3.7955
49	2019	117.4	4.7656
Cantidad de datos n		49	49
Máximo		167.30	5.120
Mínimo		13.00	2.565
Promedio \bar{x}		66.704	4.015
Desviación Estandar S		37.797	0.667
Coeficiente de Asimetría Cs		0.791	-0.732

$$n = 49$$

$$K_n = 2.7604$$

$$x_H = 5.85$$

$$PH = 348.83 \text{ mm}$$

$$x_L = 2.17$$

$$PL = 8.80 \text{ mm}$$

La prueba consiste en que los valores máximos y mínimos en la serie, se encuentren dentro de entre los valores de precipitación mínima y máxima aceptable; es decir dentro de los umbrales tanto superior como inferior calculada con el método de datos dudosos, como es así entonces si pasa la prueba de datos dudosos sin ningún problema se determina entonces que los datos de precipitación de la estación de Chalaco son estadísticamente correctos.

Prueba de Bondad y Ajuste:

Generamos la gráfica de distribución de probabilidades para la estación **Chalaco**

Tabla.21. Gráfica de Distribución de Probabilidades para la estación Chalaco

ESTACIÓN: CHALACO														
N	T	P(X≥X _T)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EV1 GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	50.00	2.00%	105.00	4.6540	2.0537	86.11	2.0537	95.00	2.5923	94.92	2.4646	92.83	1.9598	92.26
2	25.00	4.00%	86.10	4.4555	1.7507	81.15	1.7507	86.44	2.0438	85.95	1.9970	85.18	1.6896	84.81
3	16.67	6.00%	82.40	4.4116	1.5548	77.94	1.5548	81.33	1.7196	80.64	1.7112	80.50	1.5123	80.26
4	12.50	8.00%	80.00	4.3820	1.4051	75.50	1.4051	77.62	1.4870	76.84	1.5012	77.07	1.3754	76.91
5	10.00	10.00%	78.10	4.3580	1.2816	73.48	1.2816	74.69	1.3046	73.85	1.3335	74.32	1.2615	74.23
6	8.33	12.00%	72.30	4.2808	1.1750	71.73	1.1750	72.25	1.1538	71.39	1.1926	72.02	1.1625	71.97
7	7.14	14.00%	68.00	4.2195	1.0803	70.18	1.0803	70.16	1.0249	69.28	1.0705	70.02	1.0740	70.02
8	6.25	16.00%	65.80	4.1866	0.9945	68.78	0.9945	68.30	0.9118	67.43	0.9621	68.25	0.9934	68.28
9	5.56	18.00%	65.70	4.1851	0.9154	67.48	0.9154	66.64	0.8109	65.78	0.8642	66.65	0.9187	66.71
10	5.00	20.00%	65.40	4.1805	0.8416	66.28	0.8416	65.13	0.7195	64.28	0.7747	65.18	0.8488	65.28
11	4.55	22.00%	62.00	4.1271	0.7722	65.14	0.7722	63.74	0.6357	62.91	0.6920	63.83	0.7827	63.94
12	4.17	24.00%	61.90	4.1255	0.7063	64.06	0.7063	62.44	0.5581	61.64	0.6147	62.57	0.7197	62.70
13	3.85	26.00%	60.70	4.1059	0.6433	63.03	0.6433	61.23	0.4858	60.46	0.5422	61.38	0.6593	61.53
14	3.57	28.00%	60.30	4.0993	0.5828	62.04	0.5828	60.09	0.4179	59.35	0.4735	60.26	0.6010	60.43
15	3.33	30.00%	59.00	4.0775	0.5244	61.09	0.5244	59.00	0.3538	58.30	0.4082	59.19	0.5445	59.37
16	3.13	32.00%	57.90	4.0587	0.4677	60.16	0.4677	57.97	0.2928	57.30	0.3458	58.17	0.4895	58.36
17	2.94	34.00%	55.90	4.0236	0.4125	59.26	0.4125	56.98	0.2347	56.35	0.2858	57.19	0.4358	57.40
18	2.78	36.00%	55.60	4.0182	0.3585	58.37	0.3585	55.83	0.1790	55.44	0.2281	56.24	0.3830	56.46
19	2.63	38.00%	54.60	4.0000	0.3055	57.51	0.3055	55.11	0.1254	54.56	0.1723	55.33	0.3312	55.56
20	2.50	40.00%	54.50	3.9982	0.2533	56.65	0.2533	54.23	0.0737	53.72	0.1181	54.44	0.2799	54.68
21	2.38	42.00%	54.10	3.9908	0.2019	55.81	0.2019	53.36	0.0236	52.90	0.0653	53.58	0.2293	53.82
22	2.27	44.00%	53.10	3.9722	0.1510	54.98	0.1510	52.52	-0.0251	52.10	0.0139	52.74	0.1789	52.98
23	2.17	46.00%	51.80	3.9474	0.1004	54.15	0.1004	51.70	-0.0725	51.32	-0.0365	51.91	0.1288	52.16
24	2.08	48.00%	51.80	3.9474	0.0502	53.33	0.0502	50.90	-0.1189	50.57	-0.0860	51.10	0.0789	51.36
25	2.00	50.00%	50.60	3.9240	0.0000	52.51	0.0000	50.11	-0.1643	49.82	-0.1346	50.31	0.0289	50.56
26	1.92	52.00%	50.60	3.9240	-0.0502	51.69	-0.0502	49.34	-0.2089	49.09	-0.1825	49.52	-0.0213	49.78
27	1.85	54.00%	50.20	3.9160	-0.1004	50.87	-0.1004	48.57	-0.2528	48.37	-0.2299	48.75	-0.0717	49.01
28	1.79	56.00%	50.00	3.9120	-0.1510	50.04	-0.1510	47.81	-0.2962	47.66	-0.2769	47.98	-0.1225	48.24
29	1.72	58.00%	50.00	3.9120	-0.2019	49.21	-0.2019	47.06	-0.3392	46.96	-0.3235	47.22	-0.1739	47.47
30	1.67	60.00%	48.20	3.8754	-0.2533	48.37	-0.2533	46.31	-0.3819	46.26	-0.3699	46.46	-0.2259	46.71
31	1.61	62.00%	46.10	3.8308	-0.3055	47.51	-0.3055	45.56	-0.4243	45.57	-0.4163	45.70	-0.2788	45.94
32	1.56	64.00%	45.70	3.8221	-0.3585	46.65	-0.3585	44.82	-0.4667	44.87	-0.4627	44.94	-0.3327	45.18
33	1.52	66.00%	44.80	3.8022	-0.4125	45.76	-0.4125	44.07	-0.5092	44.18	-0.5092	44.18	-0.3878	44.41
34	1.47	68.00%	43.70	3.7773	-0.4677	44.86	-0.4677	43.32	-0.5518	43.48	-0.5560	43.41	-0.4444	43.64
35	1.43	70.00%	41.00	3.7136	-0.5244	43.93	-0.5244	42.56	-0.5948	42.78	-0.6033	42.64	-0.5026	42.85
36	1.39	72.00%	40.50	3.7013	-0.5828	42.98	-0.5828	41.79	-0.6382	42.07	-0.6512	41.86	-0.5629	42.05
37	1.35	74.00%	40.20	3.6939	-0.6433	41.99	-0.6433	41.01	-0.6823	41.35	-0.6999	41.06	-0.6254	41.24
38	1.32	76.00%	39.50	3.6763	-0.7063	40.96	-0.7063	40.22	-0.7273	40.61	-0.7496	40.25	-0.6908	40.41
39	1.28	78.00%	39.10	3.6661	-0.7722	39.88	-0.7722	39.40	-0.7735	39.86	-0.8006	39.41	-0.7594	39.56
40	1.25	80.00%	39.00	3.6636	-0.8416	38.74	-0.8416	38.56	-0.8211	39.08	-0.8532	38.55	-0.8320	38.67
41	1.22	82.00%	38.10	3.6402	-0.9154	37.54	-0.9154	37.68	-0.8705	38.27	-0.9079	37.66	-0.9094	37.75
42	1.19	84.00%	37.40	3.6217	-0.9945	36.24	-0.9945	36.77	-0.9223	37.42	-0.9650	36.72	-0.9928	36.79
43	1.16	86.00%	36.90	3.6082	-1.0803	34.84	-1.0803	35.80	-0.9772	36.52	-1.0254	35.73	-1.0837	35.76
44	1.14	88.00%	36.00	3.5835	-1.1750	33.29	-1.1750	34.76	-1.0360	35.56	-1.0901	34.68	-1.1845	34.65
45	1.11	90.00%	33.20	3.5025	-1.2816	31.55	-1.2816	33.62	-1.1003	34.51	-1.1605	33.53	-1.2985	33.44
46	1.09	92.00%	31.70	3.4563	-1.4051	29.52	-1.4051	32.35	-1.1725	33.33	-1.2390	32.24	-1.4316	32.09
47	1.06	94.00%	30.20	3.4078	-1.5548	27.08	-1.5548	30.88	-1.2566	31.95	-1.3296	30.76	-1.5941	30.50
48	1.04	96.00%	26.00	3.2581	-1.7507	23.87	-1.7507	29.05	-1.3615	30.24	-1.4411	28.93	-1.8089	28.53
49	1.02	98.00%	22.30	3.1046	-2.0537	18.91	-2.0537	26.43	-1.5136	27.75	-1.5984	26.36	-2.1456	25.69

Generamos la gráfica de distribución de probabilidades para la estación **Corrales**

Tabla.22. Gráfica de Distribución de Probabilidades para la estación Corrales

ESTACIÓN: CORRALES														
N	T	P(X≥X _T)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	50.00	2.00%	167.30	5.1198	2.0537	144.33	2.0537	217.80	2.5923	164.68	2.4499	159.30	1.6495	166.35
2	25.00	4.00%	161.30	5.0833	1.7507	132.87	1.7507	177.96	2.0438	143.95	1.9889	141.88	1.4775	148.34
3	16.67	6.00%	151.50	5.0206	1.5548	125.47	1.5548	156.17	1.7196	131.70	1.7066	131.21	1.3572	136.91
4	12.50	8.00%	120.10	4.7883	1.4051	119.81	1.4051	141.34	1.4870	122.91	1.4989	123.36	1.2603	128.34
5	10.00	10.00%	120.00	4.7875	1.2816	115.14	1.2816	130.17	1.3046	116.01	1.3328	117.08	1.1770	121.41
6	8.33	12.00%	117.40	4.7656	1.1750	111.11	1.1750	121.25	1.1538	110.31	1.1932	111.80	1.1026	115.54
7	7.14	14.00%	107.50	4.6775	1.0803	107.54	1.0803	113.83	1.0249	105.44	1.0721	107.22	1.0346	110.41
8	6.25	16.00%	101.00	4.6151	0.9945	104.29	0.9945	107.50	0.9118	101.17	0.9645	103.16	0.9713	105.85
9	5.56	18.00%	100.20	4.6072	0.9154	101.30	0.9154	101.98	0.8109	97.35	0.8673	99.49	0.9116	101.72
10	5.00	20.00%	96.90	4.5737	0.8416	98.51	0.8416	97.09	0.7195	93.90	0.7783	96.12	0.8548	97.94
11	4.55	22.00%	95.40	4.5581	0.7722	95.89	0.7722	92.70	0.6357	90.73	0.6960	93.01	0.8002	94.44
12	4.17	24.00%	87.70	4.4739	0.7063	93.40	0.7063	88.71	0.5581	87.80	0.6191	90.11	0.7474	91.18
13	3.85	26.00%	85.60	4.4497	0.6433	91.02	0.6433	85.07	0.4858	85.07	0.5468	87.37	0.6961	88.11
14	3.57	28.00%	85.00	4.4427	0.5828	88.73	0.5828	81.70	0.4179	82.50	0.4784	84.79	0.6459	85.21
15	3.33	30.00%	80.70	4.3907	0.5244	86.52	0.5244	78.58	0.3538	80.08	0.4133	82.33	0.5967	82.46
16	3.13	32.00%	78.00	4.3567	0.4677	84.38	0.4677	75.67	0.2928	77.77	0.3510	79.97	0.5482	79.84
17	2.94	34.00%	78.00	4.3567	0.4125	82.29	0.4125	72.93	0.2347	75.58	0.2912	77.71	0.5003	77.33
18	2.78	36.00%	74.70	4.3135	0.3585	80.25	0.3585	70.35	0.1790	73.47	0.2335	75.53	0.4528	74.92
19	2.63	38.00%	71.20	4.2655	0.3055	78.25	0.3055	67.91	0.1254	71.44	0.1777	73.42	0.4055	72.60
20	2.50	40.00%	70.60	4.2570	0.2533	76.28	0.2533	65.59	0.0737	69.49	0.1235	71.37	0.3584	70.35
21	2.38	42.00%	70.20	4.2513	0.2019	74.33	0.2019	63.38	0.0236	67.60	0.0708	69.38	0.3112	68.17
22	2.27	44.00%	63.10	4.1447	0.1510	72.41	0.1510	61.27	-0.0251	65.76	0.0193	67.43	0.2639	66.06
23	2.17	46.00%	61.30	4.1158	0.1004	70.50	0.1004	59.24	-0.0725	63.96	-0.0312	65.52	0.2164	64.00
24	2.08	48.00%	61.20	4.1141	0.0502	68.60	0.0502	57.28	-0.1189	62.21	-0.0807	63.65	0.1685	61.99
25	2.00	50.00%	60.80	4.1076	0.0000	66.70	0.0000	55.40	-0.1643	60.50	-0.1295	61.81	0.1201	60.02
26	1.92	52.00%	60.20	4.0977	-0.0502	64.81	-0.0502	53.58	-0.2089	58.81	-0.1776	59.99	0.0711	58.09
27	1.85	54.00%	58.00	4.0604	-0.1004	62.91	-0.1004	51.81	-0.2528	57.15	-0.2252	58.19	0.0214	56.20
28	1.79	56.00%	56.00	4.0254	-0.1510	61.00	-0.1510	50.10	-0.2962	55.51	-0.2723	56.41	-0.0291	54.34
29	1.72	58.00%	55.10	4.0091	-0.2019	59.07	-0.2019	48.43	-0.3392	53.88	-0.3192	54.64	-0.0808	52.50
30	1.67	60.00%	55.00	4.0073	-0.2533	57.13	-0.2533	46.79	-0.3819	52.27	-0.3659	52.87	-0.1335	50.68
31	1.61	62.00%	53.20	3.9741	-0.3055	55.16	-0.3055	45.19	-0.4243	50.67	-0.4125	51.11	-0.1877	48.89
32	1.56	64.00%	51.50	3.9416	-0.3585	53.16	-0.3585	43.63	-0.4667	49.06	-0.4592	49.35	-0.2434	47.10
33	1.52	66.00%	48.00	3.8712	-0.4125	51.11	-0.4125	42.08	-0.5092	47.46	-0.5061	47.57	-0.3010	45.33
34	1.47	68.00%	46.00	3.8286	-0.4677	49.03	-0.4677	40.56	-0.5518	45.85	-0.5533	45.79	-0.3606	43.57
35	1.43	70.00%	44.60	3.7977	-0.5244	46.88	-0.5244	39.06	-0.5948	44.22	-0.6011	43.99	-0.4226	41.80
36	1.39	72.00%	44.50	3.7955	-0.5828	44.67	-0.5828	37.57	-0.6382	42.58	-0.6494	42.16	-0.4873	40.04
37	1.35	74.00%	44.30	3.7910	-0.6433	42.39	-0.6433	36.08	-0.6823	40.91	-0.6986	40.30	-0.5553	38.26
38	1.32	76.00%	40.70	3.7062	-0.7063	40.01	-0.7063	34.60	-0.7273	39.21	-0.7489	38.40	-0.6270	36.48
39	1.28	78.00%	36.30	3.5918	-0.7722	37.52	-0.7722	33.11	-0.7735	37.47	-0.8005	36.45	-0.7032	34.67
40	1.25	80.00%	35.10	3.5582	-0.8416	34.89	-0.8416	31.61	-0.8211	35.67	-0.8538	34.43	-0.7847	32.84
41	1.22	82.00%	33.50	3.5115	-0.9154	32.11	-0.9154	30.10	-0.8705	33.80	-0.9093	32.34	-0.8727	30.97
42	1.19	84.00%	31.40	3.4468	-0.9945	29.12	-0.9945	28.55	-0.9223	31.84	-0.9673	30.14	-0.9687	29.05
43	1.16	86.00%	20.90	3.0397	-1.0803	25.87	-1.0803	26.96	-0.9772	29.77	-1.0288	27.82	-1.0748	27.06
44	1.14	88.00%	19.00	2.9444	-1.1750	22.29	-1.1750	25.31	-1.0360	27.55	-1.0946	25.33	-1.1941	24.99
45	1.11	90.00%	14.90	2.7014	-1.2816	18.27	-1.2816	23.58	-1.1003	25.12	-1.1664	22.62	-1.3313	22.81
46	1.09	92.00%	14.00	2.6391	-1.4051	13.60	-1.4051	21.72	-1.1725	22.39	-1.2466	19.59	-1.4944	20.46
47	1.06	94.00%	13.50	2.6027	-1.5548	7.94	-1.5548	19.65	-1.2566	19.21	-1.3394	16.08	-1.6978	17.87
48	1.04	96.00%	13.10	2.5726	-1.7507	0.53	-1.7507	17.25	-1.3615	15.24	-1.4540	11.75	-1.9737	14.87
49	1.02	98.00%	13.00	2.5649	-2.0537	-10.92	-2.0537	14.09	-1.5136	9.50	-1.6164	5.61	-2.4226	11.02

Graficamos los datos, de esta manera corroboramos visualmente que distribución se ajusta más a nuestros datos de precipitaciones.

ESTACIÓN DE CHALACO – GRÁFICAS POR PRUEBA DE BONDAS Y AJUSTE

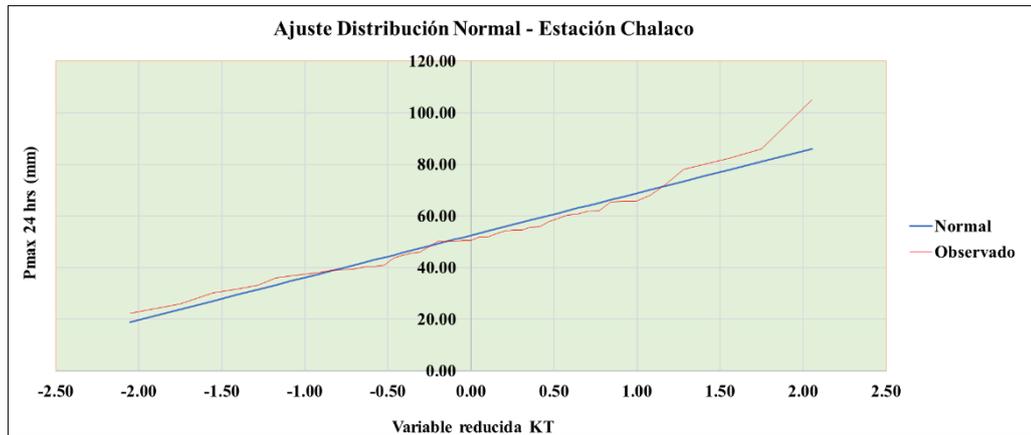


Fig.52. Gráfica de Bondad y Ajuste de la distribución normal para la estación Chalaco. Elaboración propia

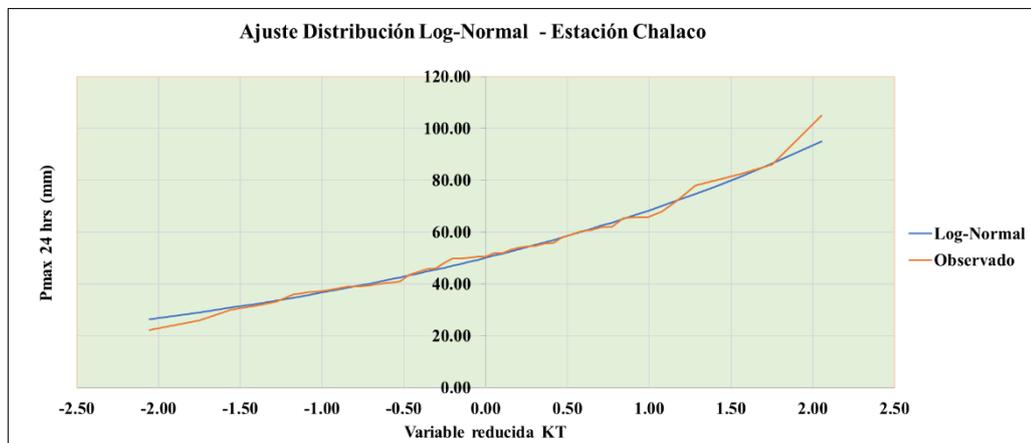


Fig.53. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Log-Normal para la estación Chalaco. Elaboración propia

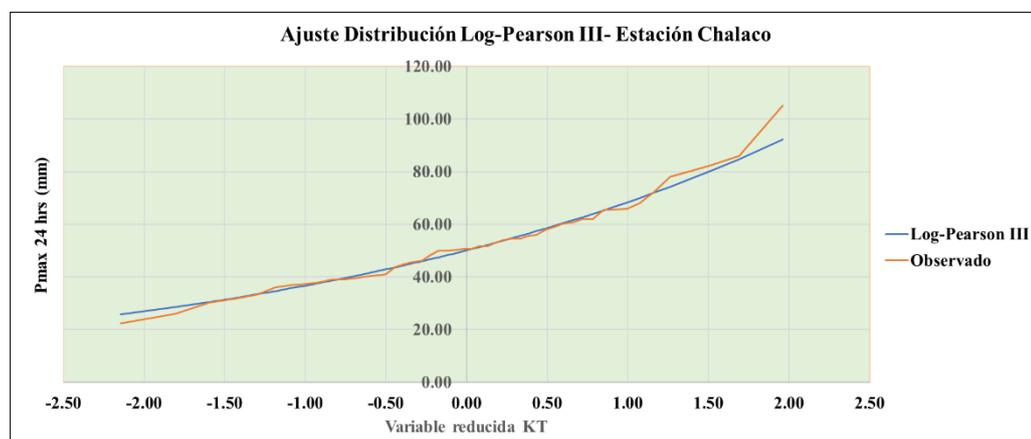


Fig.54. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Log-Pearson III- estación Chalaco. Elaboración propia

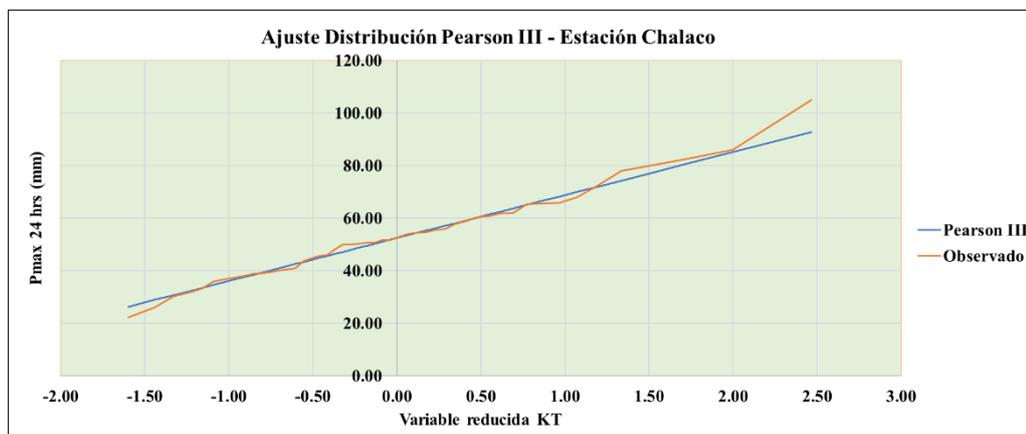


Fig.55. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Pearson III para la estación Chalaco. Elaboración propia

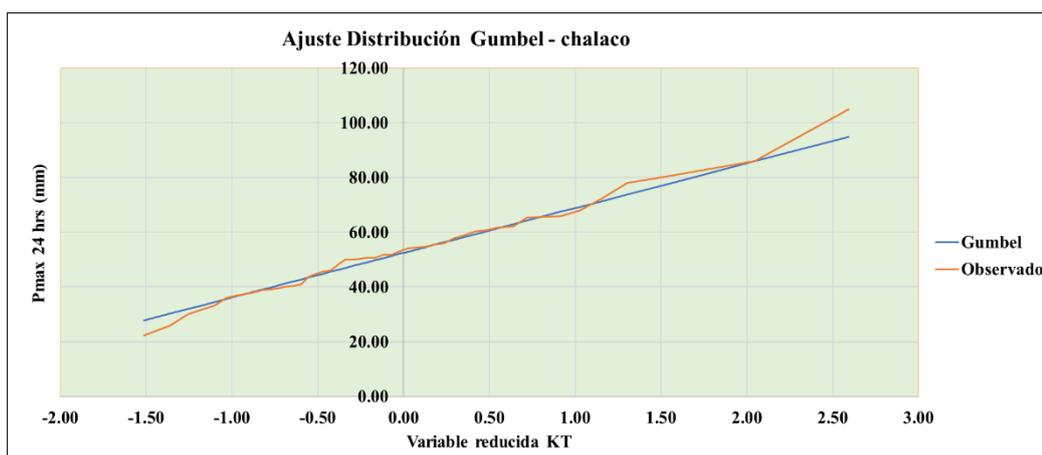


Fig.56. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Gumbel para la estación Chalaco. Elaboración propia

En la prueba de bondad y ajuste por el método gráfico se puede observar que las precipitaciones de la estación de Chalaco tienen un ajuste mejor con el método de Distribución de Log Normal

ESTACIÓN DE CORRALES – GRÁFICAS POR PRUEBA DE BONDAS Y AJUSTE

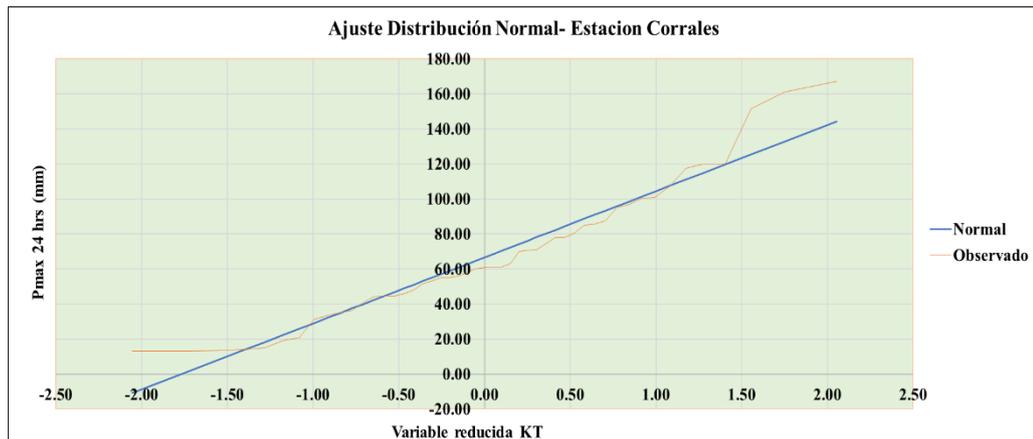


Fig.57. Gráfica de Bondad y Ajuste de la distribución normal para la estación Corrales. Elaboración propia

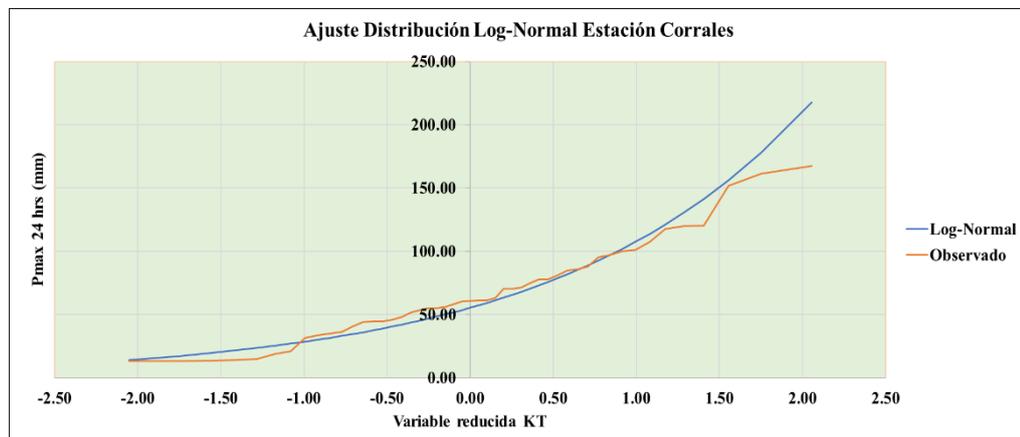


Fig.58. Gráfica de Bondad y ajuste de la distribución Log-normal para la estación Corrales. Elaboración propia

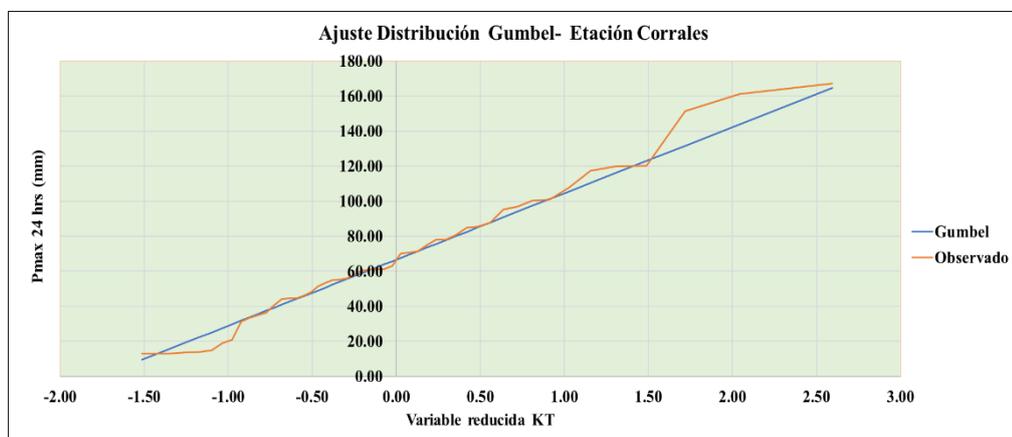


Fig.59. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Gumbel para la estación Corrales. Elaboración propia

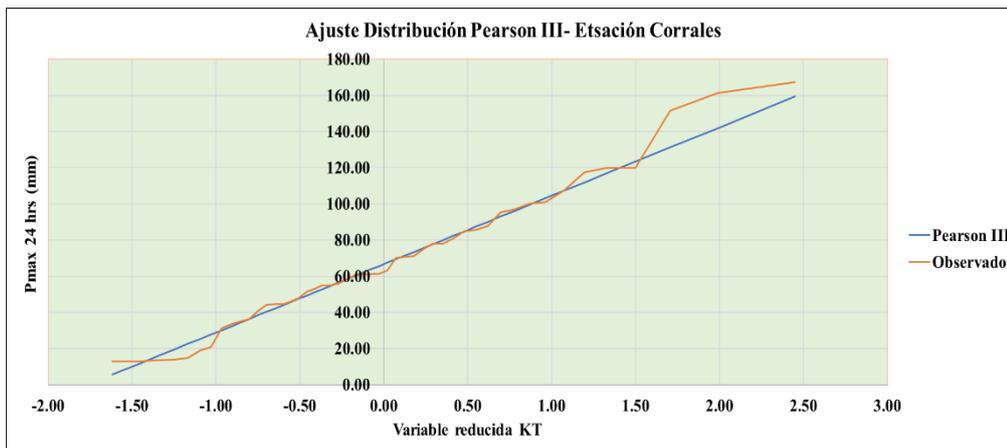


Fig.60. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Pearson III para la estación Corrales. Elaboración propia

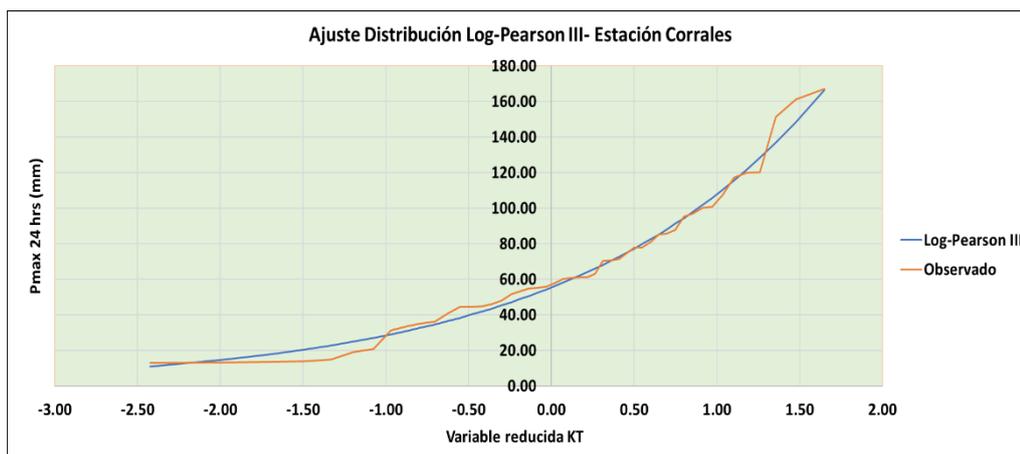


Fig.61. Gráfica de Bondad y Ajuste de distribución Log-Pearson III para la estación Corrales. Elaboración propia

En la prueba de bondad y ajuste por el método gráfico, se puede observar que las precipitaciones de la estación de Chalaco tienen un mejor ajuste con la Distribución de Log Pearson III.

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV-KOLMOGOROV

Realzamos el cálculo estadístico aplicando el método de Smirnov para las diferentes distribuciones de probabilidad.

Tabla.23. Cálculo por el método de Smirnov Kolmogorov - Estación Chalaco.

m	x _m	F ₀ (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{NORMAL}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ LOG NORMAL	F(x _m) Gumbel	GUMBEL	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _m) LogPearson III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	105.00	0.9800	0.9993	0.0193	4.6540	0.9912	0.0112	0.9909	0.0109	0.9939	0.0139	0.9880	0.0080
2	86.10	0.9600	0.9800	0.0200	4.4555	0.9589	0.0011	0.9605	0.0005	0.9630	0.0030	0.9541	0.0059
3	82.40	0.9400	0.9662	0.0262	4.4116	0.9449	0.0049	0.9475	0.0075	0.9488	0.0088	0.9403	0.0093
4	80.00	0.9200	0.9536	0.0336	4.3820	0.9334	0.0134	0.9370	0.0170	0.9371	0.0171	0.9292	0.0092
5	78.10	0.9000	0.9411	0.0411	4.3580	0.9229	0.0229	0.9273	0.0273	0.9262	0.0262	0.9190	0.0190
6	72.30	0.8800	0.8868	0.0068	4.2808	0.8804	0.0004	0.8878	0.0078	0.8821	0.0021	0.8786	0.0014
7	68.00	0.8600	0.8281	0.0319	4.2195	0.8365	0.0235	0.8465	0.0135	0.8364	0.0236	0.8370	0.0230
8	65.80	0.8400	0.7917	0.0483	4.1866	0.8091	0.0309	0.8203	0.0197	0.8080	0.0320	0.8111	0.0289
9	65.70	0.8200	0.7900	0.0300	4.1851	0.8078	0.0122	0.8190	0.0010	0.8066	0.0134	0.8099	0.0101
10	65.40	0.8000	0.7846	0.0154	4.1805	0.8037	0.0037	0.8152	0.0152	0.8024	0.0024	0.8060	0.0060
11	62.00	0.7800	0.7191	0.0609	4.1271	0.7529	0.0271	0.7658	0.0142	0.7500	0.0300	0.7578	0.0222
12	61.90	0.7600	0.7170	0.0430	4.1255	0.7512	0.0088	0.7642	0.0042	0.7484	0.0116	0.7562	0.0038
13	60.70	0.7400	0.6917	0.0483	4.1059	0.7309	0.0091	0.7442	0.0042	0.7275	0.0125	0.7368	0.0032
14	60.30	0.7200	0.6830	0.0370	4.0993	0.7238	0.0038	0.7372	0.0172	0.7203	0.0003	0.7301	0.0101
15	59.00	0.7000	0.6542	0.0458	4.0775	0.7000	0.0000	0.7135	0.0135	0.6960	0.0040	0.7072	0.0072
16	57.90	0.6800	0.6291	0.0509	4.0587	0.6786	0.0014	0.6921	0.0121	0.6743	0.0057	0.6867	0.0067
17	55.90	0.6600	0.5821	0.0779	4.0236	0.6372	0.0228	0.6502	0.0098	0.6325	0.0275	0.6466	0.0134
18	55.60	0.6400	0.5749	0.0651	4.0182	0.6307	0.0093	0.6436	0.0036	0.6259	0.0141	0.6403	0.0003
19	54.60	0.6200	0.5508	0.0692	4.0000	0.6085	0.0115	0.6209	0.0009	0.6036	0.0164	0.6187	0.0013
20	54.50	0.6000	0.5484	0.0516	3.9982	0.6062	0.0062	0.6186	0.0186	0.6013	0.0013	0.6165	0.0165
21	54.10	0.5800	0.5387	0.0413	3.9908	0.5971	0.0171	0.6092	0.0292	0.5922	0.0122	0.6076	0.0276
22	53.10	0.5600	0.5144	0.0456	3.9722	0.5738	0.0138	0.5850	0.0250	0.5688	0.0088	0.5847	0.0247
23	51.80	0.5400	0.4827	0.0573	3.9474	0.5423	0.0023	0.5523	0.0123	0.5375	0.0025	0.5537	0.0137
24	51.80	0.5200	0.4827	0.0373	3.9474	0.5423	0.0223	0.5523	0.0323	0.5375	0.0175	0.5537	0.0337
25	50.60	0.5000	0.4535	0.0465	3.9240	0.5124	0.0124	0.5209	0.0209	0.5078	0.0078	0.5239	0.0239
26	50.60	0.4800	0.4535	0.0265	3.9240	0.5124	0.0324	0.5209	0.0409	0.5078	0.0278	0.5239	0.0439
27	50.20	0.4600	0.4438	0.0162	3.9160	0.5022	0.0422	0.5102	0.0502	0.4977	0.0377	0.5138	0.0538
28	50.00	0.4400	0.4390	0.0010	3.9120	0.4971	0.0571	0.5048	0.0648	0.4927	0.0527	0.5087	0.0687
29	50.00	0.4200	0.4390	0.0190	3.9120	0.4971	0.0771	0.5048	0.0848	0.4927	0.0727	0.5087	0.0887
30	48.20	0.4000	0.3961	0.0039	3.8754	0.4503	0.0503	0.4551	0.0551	0.4464	0.0464	0.4616	0.0616
31	46.10	0.3800	0.3476	0.0324	3.8308	0.3944	0.0144	0.3953	0.0153	0.3914	0.0114	0.4047	0.0247
32	45.70	0.3600	0.3386	0.0214	3.8221	0.3836	0.0236	0.3838	0.0238	0.3809	0.0209	0.3937	0.0337
33	44.80	0.3400	0.3187	0.0213	3.8022	0.3595	0.0195	0.3578	0.0178	0.3573	0.0173	0.3689	0.0289
34	43.70	0.3200	0.2951	0.0249	3.7773	0.3301	0.0101	0.3262	0.0062	0.3285	0.0085	0.3386	0.0186
35	41.00	0.3000	0.2408	0.0592	3.7136	0.2596	0.0404	0.2505	0.0495	0.2596	0.0404	0.2651	0.0349
36	40.50	0.2800	0.2314	0.0486	3.7013	0.2470	0.0330	0.2370	0.0430	0.2472	0.0328	0.2518	0.0282
37	40.20	0.2600	0.2259	0.0341	3.6939	0.2396	0.0204	0.2290	0.0310	0.2399	0.0201	0.2439	0.0161
38	39.50	0.2400	0.2132	0.0268	3.6763	0.2224	0.0176	0.2108	0.0292	0.2231	0.0169	0.2258	0.0142
39	39.10	0.2200	0.2062	0.0138	3.6661	0.2128	0.0072	0.2006	0.0194	0.2136	0.0064	0.2157	0.0043
40	39.00	0.2000	0.2044	0.0044	3.6636	0.2104	0.0104	0.1980	0.0020	0.2113	0.0113	0.2132	0.0132
41	38.10	0.1800	0.1892	0.0092	3.6402	0.1894	0.0094	0.1759	0.0041	0.1907	0.0107	0.1910	0.0110
42	37.40	0.1600	0.1778	0.0178	3.6217	0.1737	0.0137	0.1595	0.0005	0.1752	0.0152	0.1743	0.0143
43	36.90	0.1400	0.1700	0.0300	3.6082	0.1629	0.0229	0.1482	0.0082	0.1645	0.0245	0.1628	0.0228
44	36.00	0.1200	0.1564	0.0364	3.5835	0.1441	0.0241	0.1289	0.0089	0.1459	0.0259	0.1429	0.0229
45	33.20	0.1000	0.1189	0.0189	3.5025	0.0931	0.0069	0.0780	0.0220	0.0949	0.0051	0.0890	0.0110
46	31.70	0.0800	0.1017	0.0217	3.4563	0.0707	0.0093	0.0567	0.0233	0.0723	0.0077	0.0657	0.0143
47	30.20	0.0600	0.0863	0.0263	3.4078	0.0520	0.0080	0.0396	0.0204	0.0531	0.0069	0.0465	0.0135
48	26.00	0.0400	0.0526	0.0126	3.2581	0.0176	0.0224	0.0113	0.0287	0.0173	0.0227	0.0132	0.0268
49	22.30	0.0200	0.0324	0.0124	3.1046	0.0047	0.0153	0.0025	0.0175	0.0039	0.0161	0.0026	0.0174

n	49	Distribución	Normal	Log-Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	5%	Δ _{MAX}	0.0779	0.0771	0.0848	0.0727	0.0887
Acritico	0.194		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	2	3	4	1	5

Tabla.24. Cálculo por el método de Smirnov Kolmogorov - Estacion Corrales

m	x _m	F ₀ (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{NORMAL}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{LOGNORMAL}	F(x _m) EVI Gumbel	Δ _{EVI-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _m) LogPearson III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	167.30	0.9800	0.9961	0.0161	5.1198	0.9513	0.0287	0.9817	0.0017	0.9857	0.0057	0.9363	0.0437
2	161.30	0.9600	0.9938	0.0338	5.0833	0.9456	0.0144	0.9776	0.0176	0.9816	0.0216	0.9311	0.0289
3	151.50	0.9400	0.9876	0.0476	5.0206	0.9344	0.0056	0.9689	0.0289	0.9726	0.0326	0.9213	0.0187
4	120.10	0.9200	0.9211	0.0011	4.7883	0.8771	0.0429	0.9124	0.0076	0.9097	0.0103	0.8742	0.0458
5	120.00	0.9000	0.9207	0.0207	4.7875	0.8769	0.0231	0.9121	0.0121	0.9094	0.0094	0.8740	0.0260
6	117.40	0.8800	0.9101	0.0301	4.7656	0.8701	0.0099	0.9044	0.0244	0.9007	0.0207	0.8685	0.0115
7	107.50	0.8600	0.8598	0.0002	4.6775	0.8400	0.0200	0.8688	0.0088	0.8607	0.0007	0.8446	0.0154
8	101.00	0.8400	0.8179	0.0221	4.6151	0.8162	0.0238	0.8392	0.0008	0.8279	0.0121	0.8256	0.0144
9	100.20	0.8200	0.8122	0.0078	4.6072	0.8130	0.0070	0.8351	0.0151	0.8235	0.0035	0.8230	0.0030
10	96.90	0.8000	0.7878	0.0122	4.5737	0.7992	0.0008	0.8175	0.0175	0.8042	0.0042	0.8120	0.0120
11	95.40	0.7800	0.7761	0.0039	4.5581	0.7926	0.0126	0.8089	0.0289	0.7949	0.0149	0.8066	0.0266
12	87.70	0.7600	0.7107	0.0493	4.4739	0.7546	0.0054	0.7593	0.0007	0.7420	0.0180	0.7759	0.0159
13	85.60	0.7400	0.6914	0.0486	4.4497	0.7430	0.0030	0.7440	0.0040	0.7259	0.0141	0.7664	0.0264
14	85.00	0.7200	0.6858	0.0342	4.4427	0.7396	0.0196	0.7395	0.0195	0.7212	0.0012	0.7636	0.0436
15	80.70	0.7000	0.6444	0.0556	4.3907	0.7137	0.0137	0.7053	0.0053	0.6859	0.0141	0.7421	0.0421
16	78.00	0.6800	0.6175	0.0625	4.3567	0.6961	0.0161	0.6820	0.0020	0.6623	0.0177	0.7273	0.0473
17	78.00	0.6600	0.6175	0.0425	4.3567	0.6961	0.0361	0.6820	0.0220	0.6623	0.0023	0.7273	0.0673
18	74.70	0.6400	0.5838	0.0562	4.3135	0.6731	0.0331	0.6518	0.0118	0.6321	0.0079	0.7077	0.0677
19	71.20	0.6200	0.5473	0.0727	4.2655	0.6467	0.0267	0.6175	0.0025	0.5983	0.0217	0.6849	0.0649
20	70.60	0.6000	0.5410	0.0590	4.2570	0.6420	0.0420	0.6114	0.0114	0.5923	0.0077	0.6807	0.0807
21	70.20	0.5800	0.5368	0.0432	4.2513	0.6388	0.0588	0.6073	0.0273	0.5883	0.0083	0.6779	0.0979
22	63.10	0.5600	0.4620	0.0980	4.1447	0.5774	0.0174	0.5302	0.0298	0.5144	0.0456	0.6226	0.0626
23	61.30	0.5400	0.4432	0.0968	4.1158	0.5603	0.0203	0.5094	0.0306	0.4949	0.0451	0.6067	0.0667
24	61.20	0.5200	0.4421	0.0779	4.1141	0.5594	0.0394	0.5083	0.0117	0.4938	0.0262	0.6058	0.0858
25	60.80	0.5000	0.4379	0.0621	4.1076	0.5555	0.0555	0.5036	0.0036	0.4894	0.0106	0.6022	0.1022
26	60.20	0.4800	0.4317	0.0483	4.0977	0.5496	0.0696	0.4965	0.0165	0.4828	0.0028	0.5966	0.1166
27	58.00	0.4600	0.4089	0.0511	4.0604	0.5274	0.0674	0.4703	0.0103	0.4584	0.0016	0.5754	0.1154
28	56.00	0.4400	0.3885	0.0515	4.0254	0.5064	0.0664	0.4460	0.0060	0.4360	0.0040	0.5550	0.1150
29	55.10	0.4200	0.3794	0.0406	4.0091	0.4967	0.0767	0.4350	0.0150	0.4259	0.0059	0.5454	0.1254
30	55.00	0.4000	0.3784	0.0216	4.0073	0.4956	0.0956	0.4338	0.0338	0.4248	0.0248	0.5444	0.1444
31	53.20	0.3800	0.3604	0.0196	3.9741	0.4757	0.0957	0.4115	0.0315	0.4045	0.0245	0.5244	0.1444
32	51.50	0.3600	0.3437	0.0163	3.9416	0.4564	0.0964	0.3904	0.0304	0.3852	0.0252	0.5047	0.1447
33	48.00	0.3400	0.3103	0.0297	3.8712	0.4148	0.0748	0.3467	0.0067	0.3457	0.0057	0.4610	0.1210
34	46.00	0.3200	0.2919	0.0281	3.8286	0.3901	0.0701	0.3219	0.0019	0.3233	0.0033	0.4342	0.1142
35	44.60	0.3000	0.2793	0.0207	3.7977	0.3725	0.0725	0.3046	0.0046	0.3078	0.0078	0.4146	0.1146
36	44.50	0.2800	0.2784	0.0016	3.7955	0.3712	0.0912	0.3034	0.0234	0.3066	0.0266	0.4132	0.1332
37	44.30	0.2600	0.2767	0.0167	3.7910	0.3686	0.1086	0.3009	0.0409	0.3044	0.0444	0.4103	0.1503
38	40.70	0.2400	0.2457	0.0057	3.7062	0.3218	0.0818	0.2575	0.0175	0.2653	0.0253	0.3566	0.1166
39	36.30	0.2200	0.2106	0.0094	3.5918	0.2630	0.0430	0.2069	0.0131	0.2194	0.0006	0.2855	0.0655
40	35.10	0.2000	0.2015	0.0015	3.5582	0.2468	0.0468	0.1938	0.0062	0.2074	0.0074	0.2653	0.0653
41	33.50	0.1800	0.1898	0.0098	3.5115	0.2252	0.0452	0.1769	0.0031	0.1918	0.0118	0.2380	0.0580
42	31.40	0.1600	0.1751	0.0151	3.4468	0.1972	0.0372	0.1556	0.0044	0.1721	0.0121	0.2018	0.0418
43	20.90	0.1400	0.1128	0.0272	3.0397	0.0718	0.0682	0.0702	0.0698	0.0885	0.0515	0.0420	0.0980
44	19.00	0.1200	0.1035	0.0165	2.9444	0.0542	0.0658	0.0588	0.0612	0.0765	0.0435	0.0239	0.0961
45	14.90	0.1000	0.0852	0.0148	2.7014	0.0244	0.0756	0.0385	0.0615	0.0539	0.0461	0.0030	0.0970
46	14.00	0.0800	0.0816	0.0016	2.6391	0.0195	0.0605	0.0348	0.0452	0.0495	0.0305	0.0014	0.0786
47	13.50	0.0600	0.0796	0.0196	2.6027	0.0171	0.0429	0.0329	0.0271	0.0472	0.0128	0.0008	0.0592
48	13.10	0.0400	0.0781	0.0381	2.5726	0.0153	0.0247	0.0314	0.0086	0.0454	0.0054	0.0005	0.0395
49	13.00	0.0200	0.0777	0.0577	2.5649	0.0148	0.0052	0.0310	0.0110	0.0450	0.0250	0.0005	0.0195

n	49	Distribución	Normal	Log-Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	LogPearson III	
	Significación	5%	Δ _{MAX}	0.0980	0.1086	0.0698	0.0515	0.1503
	Δ _{crítico}	0.194	Si se ajusta	Si se ajusta	Si se ajusta	Si se ajusta	Si se ajusta	
			Mejor Ajuste	3	4	2	1	5

Determinada ya la distribución que tenemos que usar o la que se asemeja más a nuestros valores de precipitaciones históricas, el siguiente paso es hallar la precipitación máxima en 24 horas corregida multiplicando por el factor de 1.13, que se recomienda cuando se hacen mediciones, es de acuerdo a la cantidad de mediciones que se pueden hacer en un solo día.

ESTACIÓN CHALACO

Tabla.25. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la estación Chalaco

T	P(X≤XT)	PEARSON III		P _{máx} (mm)	P _{máx} (corregida)
		K _T	x _T		
5	0.8000	0.7747	65.18	65.18	73.66
10	0.9000	1.3335	74.32	74.32	83.99
20	0.9500	1.8410	82.63	82.63	93.37
50	0.9800	2.4646	92.83	92.83	104.90
100	0.9900	2.9124	100.15	100.15	113.17
200	0.9950	3.3454	107.24	107.24	121.18
500	0.9980	3.9008	116.32	116.32	131.45

ESTACIÓN CORRALES

Tabla.26. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la estación Corrales

T	P(X≤XT)	PEARSON III		P _{máx} (mm)	P _{máx} (corregida)
		K _T	x _T		
5	0.8000	0.7783	96.12	96.12	108.62
10	0.9000	1.3328	117.08	117.08	132.30
20	0.9500	1.8349	136.06	136.06	153.74
50	0.9800	2.4499	159.30	159.30	180.01
100	0.9900	2.8905	175.95	175.95	198.83
200	0.9950	3.3158	192.03	192.03	216.99
500	0.9980	3.8604	212.61	212.61	240.25

ELABORACIÓN DE LAS CURVAS IDF

Aplicando la formula DYCK Y PESCHKE podremos completar el registro diario en función de la precipitación en 24 horas.

ESTACIÓN CHALACO

Tabla.27. Tabla de precipitaciones para diferentes horas menores a 24 horas – E. Corrales

ESTACIÓN: CHALACO								
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)						
Hr	min	5	10	20	50	100	200	500
0.17	10	21.26	24.24	26.95	30.28	32.67	34.98	37.94
0.33	20	25.29	28.83	32.05	36.01	38.85	41.60	45.12
0.50	30	27.98	31.91	35.47	39.85	43.00	46.04	49.94
0.67	40	30.07	34.29	38.12	42.82	46.20	49.47	53.66
0.83	50	31.80	36.25	40.30	45.28	48.85	52.31	56.74
1.00	60	33.28	37.95	42.18	47.39	51.13	54.75	59.39
1.50	90	36.83	41.99	46.68	52.45	56.59	60.59	65.72
2.00	120	39.58	45.12	50.17	56.36	60.81	65.11	70.62
4.00	240	47.06	53.66	59.66	67.02	72.31	77.43	83.99
6.00	360	52.08	59.39	66.02	74.17	80.03	85.69	92.95
7.00	420	54.13	61.72	68.62	77.09	83.17	89.05	96.60
8.00	480	55.97	63.82	70.95	79.70	85.99	92.08	99.88
10.00	600	59.18	67.48	75.02	84.28	90.93	97.36	105.61
11.00	660	60.61	69.10	76.82	86.31	93.12	99.71	108.15
12.00	720	61.94	70.62	78.51	88.21	95.17	101.90	110.53
24.00	1440	73.66	83.99	93.37	104.90	113.17	121.18	131.45

A partir de estas precipitaciones obtenemos la tabla de intensidades

Tabla.28. Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas- E. Corrales

ESTACIÓN: CHALACO								
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)						
Hr	min	5	10	20	50	100	200	500
0.17	10	127.58	145.47	161.72	181.69	196.02	209.89	227.67
0.33	20	75.86	86.50	96.16	108.03	116.56	124.80	135.37
0.50	30	55.97	63.82	70.95	79.70	85.99	92.08	99.88
0.67	40	45.11	51.43	57.18	64.24	69.31	74.21	80.49
0.83	50	38.16	43.51	48.37	54.34	58.62	62.77	68.09
1.00	60	33.28	37.95	42.18	47.39	51.13	54.75	59.39
1.50	90	24.55	28.00	31.12	34.97	37.72	40.39	43.82
2.00	120	19.79	22.56	25.08	28.18	30.40	32.55	35.31
4.00	240	11.77	13.42	14.91	16.76	18.08	19.36	21.00
6.00	360	8.68	9.90	11.00	12.36	13.34	14.28	15.49
7.00	420	7.73	8.82	9.80	11.01	11.88	12.72	13.80
8.00	480	7.00	7.98	8.87	9.96	10.75	11.51	12.48
10.00	600	5.92	6.75	7.50	8.43	9.09	9.74	10.56
11.00	660	5.51	6.28	6.98	7.85	8.47	9.06	9.83
12.00	720	5.16	5.89	6.54	7.35	7.93	8.49	9.21
24.00	1440	3.07	3.50	3.89	4.37	4.72	5.05	5.48

ESTACIÓN CORRALES

Tabla de precipitaciones para diferentes horas menores a 24 horas

Tabla.29. Tabla de precipitaciones para diferentes horas menores a 24 horas-E. Chalaco

ESTACIÓN: CORRALES								
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)						
Hr	min	5	10	20	50	100	200	500
0.17	10	31.36	38.19	44.38	51.96	57.40	62.64	69.35
0.33	20	37.29	45.42	52.78	61.80	68.26	74.49	82.48
0.50	30	41.27	50.26	58.41	68.39	75.54	82.44	91.28
0.67	40	44.34	54.01	62.77	73.49	81.17	88.59	98.08
0.83	50	46.89	57.11	66.37	77.71	85.83	93.67	103.71
1.00	60	49.07	59.77	69.46	81.33	89.83	98.04	108.55
1.50	90	54.31	66.15	76.87	90.01	99.41	108.50	120.13
2.00	120	58.36	71.08	82.60	96.72	106.83	116.59	129.08
4.00	240	69.40	84.53	98.23	115.02	127.04	138.65	153.51
6.00	360	76.80	93.55	108.71	127.29	140.59	153.44	169.88
7.00	420	79.82	97.23	112.98	132.29	146.12	159.47	176.56
8.00	480	82.53	100.53	116.82	136.78	151.08	164.88	182.55
10.00	600	87.27	106.29	123.52	144.63	159.74	174.34	193.03
11.00	660	89.37	108.86	126.50	148.11	163.60	178.54	197.68
12.00	720	91.34	111.25	129.28	151.37	167.19	182.47	202.03
24.00	1440	108.62	132.30	153.74	180.01	198.83	216.99	240.25

A partir de estas precipitaciones obtenemos la tabla de intensidades

Tabla.30. Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas- E. Corrales

DURACIÓN		ESTACIÓN: CORRALES						
Hr	min	PERÍODO DE RETORNO (años)						
		5	10	20	50	100	200	500
0.17	10	188.13	229.15	266.29	311.79	344.38	375.85	416.13
0.33	20	111.86	136.25	158.34	185.39	204.77	223.48	247.43
0.50	30	82.53	100.53	116.82	136.78	151.08	164.88	182.55
0.67	40	66.51	81.02	94.15	110.23	121.76	132.88	147.12
0.83	50	56.26	68.53	79.64	93.25	102.99	112.40	124.45
1.00	60	49.07	59.77	69.46	81.33	89.83	98.04	108.55
1.50	90	36.21	44.10	51.25	60.00	66.28	72.33	80.08
2.00	120	29.18	35.54	41.30	48.36	53.41	58.29	64.54
4.00	240	17.35	21.13	24.56	28.75	31.76	34.66	38.38
6.00	360	12.80	15.59	18.12	21.21	23.43	25.57	28.31
7.00	420	11.40	13.89	16.14	18.90	20.87	22.78	25.22
8.00	480	10.32	12.57	14.60	17.10	18.88	20.61	22.82
10.00	600	8.73	10.63	12.35	14.46	15.97	17.43	19.30
11.00	660	8.12	9.90	11.50	13.46	14.87	16.23	17.97
12.00	720	7.61	9.27	10.77	12.61	13.93	15.21	16.84
24.00	1440	4.53	5.51	6.41	7.50	8.28	9.04	10.01

Habiendo obtenido las intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas, las ordenamos en una tabla la misma que nos permitirá aplicar el método de regresión lineal

ESTACIÓN CHALACO

Tabla.31. Cálculo de las constantes para curvas IDF, mediante regresión lineal múltiple

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correl:	0.999739489
Coefficiente de deterr	0.999479045
R^2 ajustado	0.999469486
Error típico	0.011021521
Observaciones	112

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cua	F	Valor crítico de F
Regresión	2	25.40288945	12.7014447	104561.0883	1.1631E-179
Residuos	109	0.013240657	0.00012147		
Total	111	25.4161301			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	2.786747286	0.004584064	607.920632	2.9905E-194	2.777661819	2.79583275	2.777661819	2.795832752
Variable X 1	0.124029047	0.001566304	79.1857863	3.67443E-98	0.120924683	0.12713341	0.120924683	0.127133412
Variable X 2	-0.75	0.001665221	-450.390706	4.6572E-180	-0.75330041	-0.74669959	-0.753300414	-0.746699586

Intensidades máximas:

$$\left. \begin{array}{l} K = 611.99 \\ m = 0.12 \\ n = 0.75 \end{array} \right\} \text{Parámetros de la curva IDF}$$

Tabla.32. Valores de las curvas IDF- Estación Chalaco

Duración (t) (min)	Período de Retorno (T) en años						
	5	10	25	50	100	250	500
5	223.47	243.53	272.84	297.33	324.02	363.02	395.61
10	132.87	144.80	162.23	176.79	192.67	215.85	235.23
20	79.01	86.10	96.46	105.12	114.56	128.35	139.87
30	58.29	63.52	71.17	77.56	84.52	94.69	103.19
40	46.98	51.20	57.36	62.51	68.12	76.32	83.17
50	39.74	43.31	48.52	52.87	57.62	64.56	70.35
60	34.66	37.77	42.32	46.12	50.26	56.31	61.36
70	30.88	33.65	37.70	41.08	44.77	50.16	54.66
80	27.93	30.44	34.10	37.17	40.50	45.38	49.45
90	25.57	27.87	31.22	34.02	37.08	41.54	45.27
100	23.63	25.75	28.85	31.44	34.26	38.38	41.83
110	22.00	23.97	26.86	29.27	31.90	35.74	38.95
120	20.61	22.46	25.16	27.42	29.88	33.48	36.48

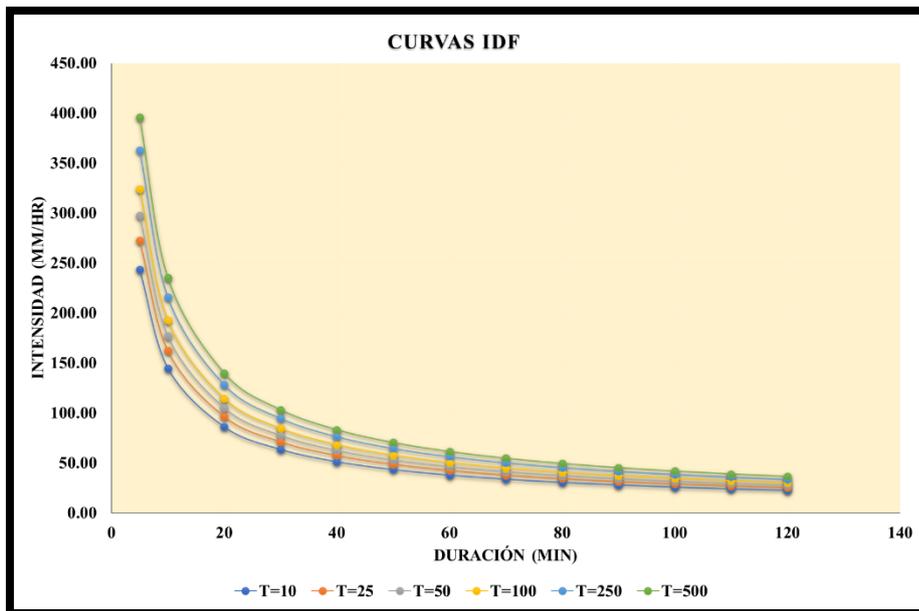


Fig.62. Curvas IDF Estación Chalaco. Elaboración propia

ESTACIÓN CORRALES

Tabla.33. Cálculo de las constantes para curvas IDF, mediante regresión lineal múltiple

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de cc	0.99926239
Coefficiente de dε	0.998525324
R ² ajustado	0.998498266
Error típico	0.018788252
Observaciones	112

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F
Regresión	2	26.05323899	13.0266195	36902.77263	4.9427E-155
Residuos	109	0.038476825	0.000353		
Total	111	26.09171582			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	uperior 95.0%
Intercepción	2.93706369	0.007814399	375.852817	1.6863E-171	2.921575806	2.95255157	2.92157581	2.95255157
Variable X 1	0.168872093	0.00267006	63.2465529	9.51389E-88	0.163580121	0.17416406	0.16358012	0.17416406
Variable X 2	-0.75	0.002838682	-264.207151	7.8238E-155	-0.75562617	-0.74437383	-0.75562617	-0.74437383

Intensidades máximas:

K= 865.09

m= 0.17

n= 0.75

Tabla.34. Valores de las curvas IDF- Estación Corrales

Duración (t) (min)	Período de Retorno (T) en años					
	10	25	50	100	250	500
5	381.69	445.56	500.89	563.09	657.33	738.95
10	226.95	264.93	297.83	334.82	390.85	439.38
20	134.95	157.53	177.09	199.08	232.40	261.26
30	99.56	116.22	130.66	146.88	171.46	192.75
40	80.24	93.67	105.30	118.38	138.19	155.35
50	67.87	79.23	89.07	100.13	116.89	131.41
60	59.20	69.11	77.69	87.34	101.95	114.61
70	52.74	61.56	69.21	77.80	90.82	102.10
80	47.71	55.70	62.61	70.39	82.17	92.37
90	43.68	50.99	57.32	64.44	75.22	84.56
100	40.36	47.11	52.96	59.54	69.50	78.13
110	37.57	43.86	49.31	55.43	64.71	72.74
120	35.20	41.09	46.19	51.93	60.62	68.15

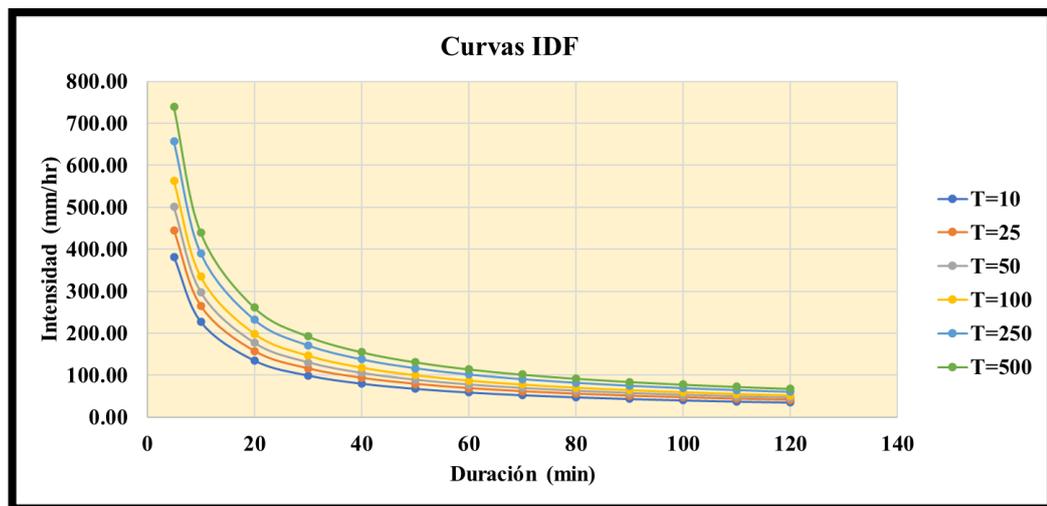


Fig.63. Curvas IDF Estación Corrales. Elaboración propia

HIETOGRAMAS DE DISEÑO

Para poder determinar el cálculo de caudales se tiene que obtener los hietogramas de diseño los cuales posteriormente se introducirán al software HEC HMS.

Tabla.35. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr-5años

T=5	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	0.81	1.23
60-120	0.87	1.32
120-180	0.93	1.42
180-240	1.01	1.54
240-300	1.11	1.69
300-360	1.23	1.87
360-420	1.39	2.11
420-480	1.60	2.43
480-540	1.91	2.91
540-600	2.42	3.67
600-660	3.40	5.17
660-720	6.56	9.96
720-780	34.66	52.66
780-840	4.40	6.68
840-900	2.81	4.27
900-960	2.13	3.24
960-1020	1.74	2.65
1020-1080	1.49	2.26
1080-1140	1.30	1.98
1140-1200	1.17	1.77
1200-1260	1.06	1.61
1260-1320	0.97	1.48
1320-1380	0.90	1.37
1380-1440	0.84	1.27



Fig.64. Hietograma de precipitación para un Tr= 5años. Elaboración propia

Tabla.36. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr-10años

T=10	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	0.88	1.39
60-120	0.95	1.48
120-180	1.02	1.60
180-240	1.10	1.73
240-300	1.21	1.90
300-360	1.34	2.10
360-420	1.51	2.37
420-480	1.75	2.74
480-540	2.09	3.27
540-600	2.63	4.13
600-660	3.71	5.81
660-720	7.15	11.20
720-780	37.77	59.20
780-840	4.79	7.51
840-900	3.06	4.80
900-960	2.32	3.64
960-1020	1.90	2.98
1020-1080	1.62	2.54
1080-1140	1.42	2.23
1140-1200	1.27	1.99
1200-1260	1.15	1.81
1260-1320	1.06	1.66
1320-1380	0.98	1.54
1380-1440	0.91	1.43



Fig.65. Hietograma de precipitación para un Tr=10años. Elaboración propia

Tabla.37. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr=25años

T=25	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	0.99	1.62
60-120	1.06	1.73
120-180	1.14	1.86
180-240	1.24	2.02
240-300	1.35	2.21
300-360	1.50	2.45
360-420	1.69	2.77
420-480	1.96	3.19
480-540	2.34	3.82
540-600	2.95	4.82
600-660	4.15	6.78
660-720	8.01	13.08
720-780	42.32	69.11
780-840	5.37	8.77
840-900	3.43	5.61
900-960	2.60	4.25
960-1020	2.13	3.47
1020-1080	1.81	2.96
1080-1140	1.59	2.60
1140-1200	1.42	2.33
1200-1260	1.29	2.11
1260-1320	1.19	1.94
1320-1380	1.10	1.79
1380-1440	1.02	1.67



Fig.66. Hietograma de precipitación para un Tr= 25 años. Elaboración propia

Tabla.38. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, $T_r=50$ años

T=50	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	1.08	1.82
60-120	1.15	1.95
120-180	1.24	2.09
180-240	1.35	2.27
240-300	1.48	2.49
300-360	1.64	2.76
360-420	1.85	3.11
420-480	2.13	3.59
480-540	2.55	4.29
540-600	3.22	5.42
600-660	4.53	7.62
660-720	8.73	14.70
720-780	46.12	77.69
780-840	5.85	9.86
840-900	3.74	6.30
900-960	2.84	4.78
960-1020	2.32	3.90
1020-1080	1.98	3.33
1080-1140	1.73	2.92
1140-1200	1.55	2.61
1200-1260	1.41	2.37
1260-1320	1.29	2.18
1320-1380	1.20	2.02
1380-1440	1.12	1.88

Fig.67. Hietograma de precipitación para un $T_r= 50$ años. Elaboración propia

Tabla.39. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, $T_r=100$ años

T=100	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	1.18	2.05
60-120	1.26	2.19
120-180	1.35	2.35
180-240	1.47	2.55
240-300	1.61	2.80
300-360	1.78	3.10
360-420	2.01	3.50
420-480	2.32	4.04
480-540	2.77	4.82
540-600	3.50	6.09
600-660	4.93	8.57
660-720	9.51	16.52
720-780	50.26	87.34
780-840	6.38	11.08
840-900	4.08	7.09
900-960	3.09	5.37
960-1020	2.53	4.39
1020-1080	2.16	3.75
1080-1140	1.89	3.29
1140-1200	1.69	2.94
1200-1260	1.53	2.67
1260-1320	1.41	2.45
1320-1380	1.30	2.27
1380-1440	1.22	2.11

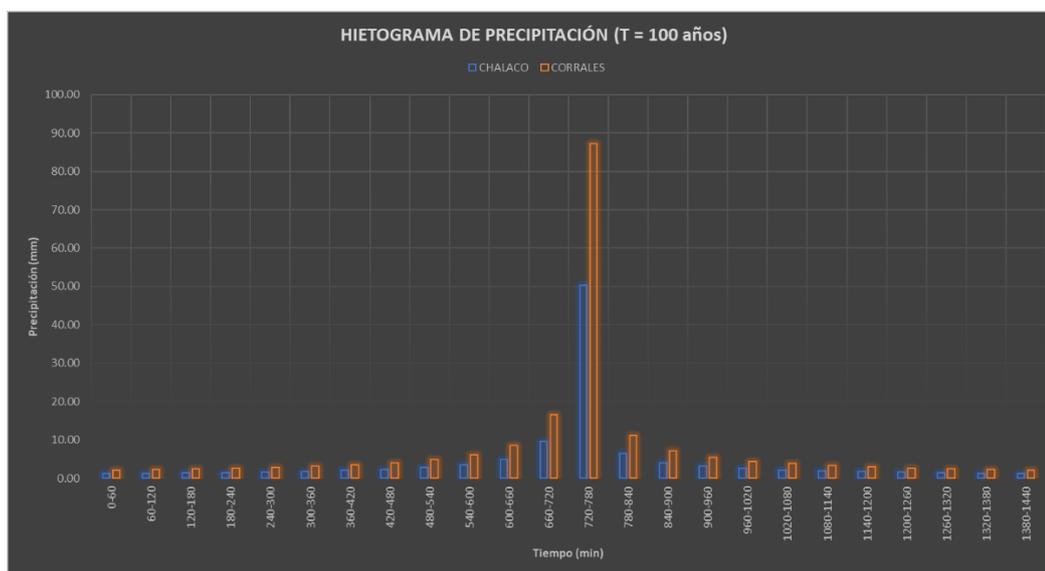
Fig.68. Hietograma de precipitación para un $T_r=100$ años. Elaboración propia

Tabla.40. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, Tr=200 años

T=200	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	1.28	2.30
60-120	1.37	2.46
120-180	1.48	2.65
180-240	1.60	2.87
240-300	1.75	3.14
300-360	1.94	3.49
360-420	2.19	3.93
420-480	2.53	4.54
480-540	3.02	5.42
540-600	3.82	6.85
600-660	5.37	9.64
660-720	10.36	18.58
720-780	54.77	98.18
780-840	6.95	12.46
840-900	4.44	7.97
900-960	3.37	6.04
960-1020	2.75	4.93
1020-1080	2.35	4.21
1080-1140	2.06	3.69
1140-1200	1.84	3.30
1200-1260	1.67	3.00
1260-1320	1.54	2.75
1320-1380	1.42	2.55
1380-1440	1.33	2.38

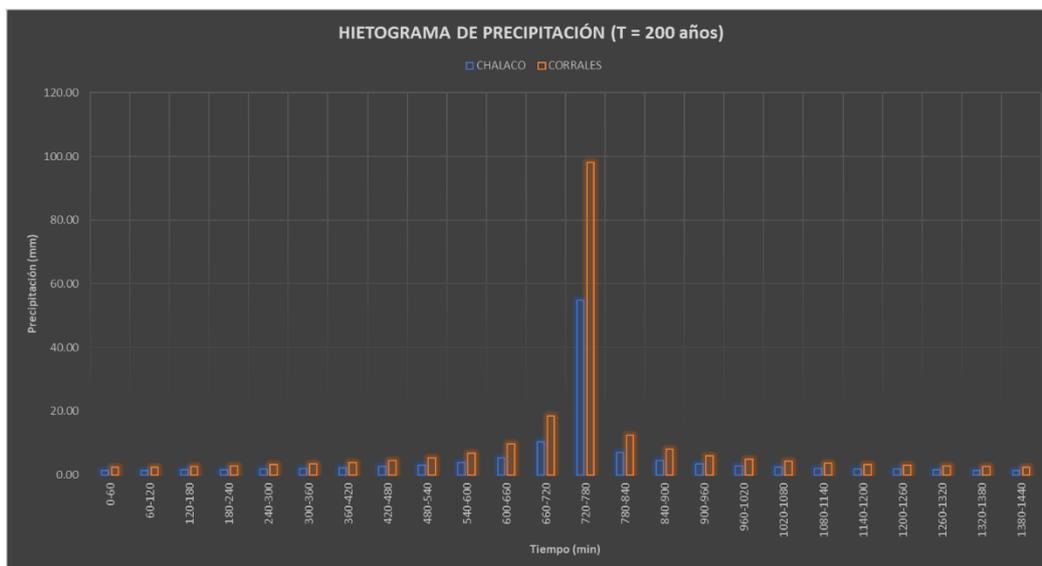


Fig.69. Hietograma de precipitación para un Tr= 200 años. Elaboración propia

Tabla.41. Resultados de la Precipitación Máxima en 24 horas, para un Tr=500 años

T=500	CHALACO	CORRALES
DURACIÓN (min)	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0-60	1.44	2.68
60-120	1.54	2.87
120-180	1.65	3.09
180-240	1.79	3.35
240-300	1.96	3.67
300-360	2.18	4.07
360-420	2.46	4.59
420-480	2.84	5.30
480-540	3.39	6.33
540-600	4.28	7.99
600-660	6.02	11.25
660-720	11.61	21.69
720-780	61.36	114.61
780-840	7.78	14.54
840-900	4.98	9.30
900-960	3.77	7.05
960-1020	3.08	5.76
1020-1080	2.63	4.91
1080-1140	2.31	4.31
1140-1200	2.06	3.86
1200-1260	1.87	3.50
1260-1320	1.72	3.21
1320-1380	1.59	2.97
1380-1440	1.49	2.77

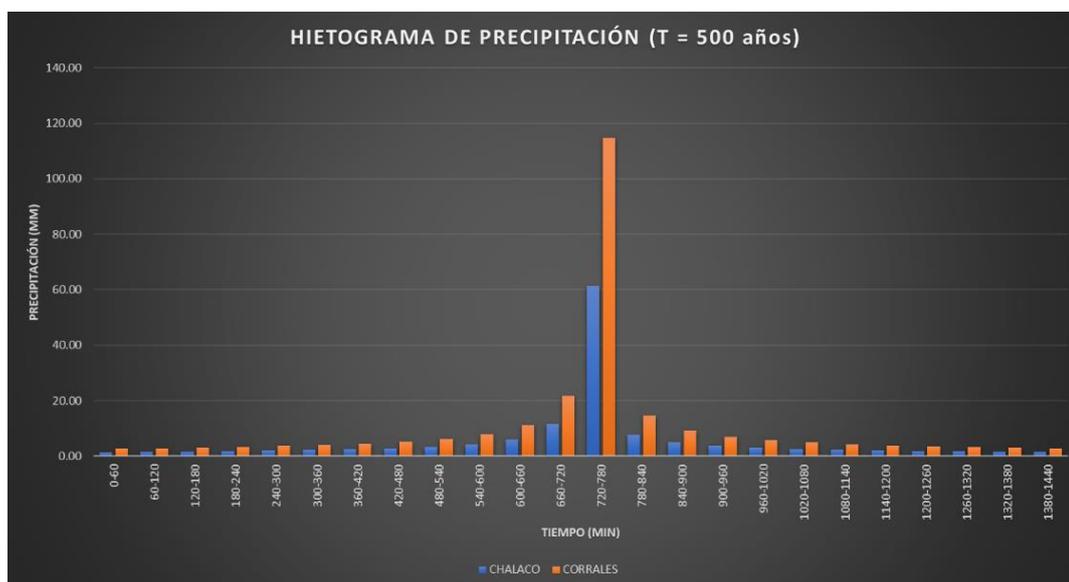


Fig.70. Hietograma de precipitación para un Tr= 500 años. Elaboración propia

Caudales de Diseño

Habiendo utilizado el método del Patrón de Tormenta Regional, llamado (Método de Hietograma Unitario SCS), haciendo uso del software HEC-HMS, se obtuvieron los siguientes caudales para los diferentes periodos de retorno de 5,10,25,50,100,200,500 años:

Tabla.42. Caudales para diferentes periodos de retorno

Periodo de Retorno	Q (m ³ /s)
T=5	348.00
T=10	412.80
T=25	511.20
T=50	596.30
T=100	690.80
T=200	796.10
T=500	953.60

Una vez obtenidos los resultados de caudales se ha realizado la comprobación para verificar su correcto cálculo, para ello se ha buscado información de caudales, con los que podamos realizar una proyección en el software River para poder contrastar la información calculada con el modelo matemático HEC-HMS, encontrando así, sólo caudales históricos de entre los años (1972-1992) observadas en la estación Teódulo Peña la misma que se ubica a una cota de 193 msnm.

Obteniéndose un caudal de 481.866 m³/s para un periodo de retorno de 50 años, con ello si realizamos la resta del año de inicio de la proyección de estos caudales es decir 1992 con el año de inicio de proyección de las precipitaciones obtenidas para calcular el caudal, es decir 2019, tienen una diferencia de 27 años faltando 23 años para poder esperar dicho caudal según la proyección de 50 años, por lo que comparando con el Tr=25 años el cual es 511.20 m³/s, que es el año más próximo a los 23 años faltante concluimos que no existe mucha diferencia entre ambos caudales estando próximos uno del otro, por lo que determinamos que los cálculos son correctos



Fig.71. Proyección para un periodo de retorno de 50 años con datos de caudales. Adaptado del software River

Selección del Periodo de retorno de diseño:

De acuerdo al MTC [7], las defensas ribereñas tienen un riesgo admisible del 25%, por lo que se ha decidido proyectar una vida útil de entre 10 y 20 años teniendo en cuenta que la defensa ribereña se ubicará en la parte sierra donde estará sometida a frecuentes avenidas, haciendo entonces la proyección, se seleccionó un período de retorno intermedio de 50 años.

Tabla.43. Valores de periodo de retorno según riesgo admisible y vida útil.

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Estructura para mitigación de impacto negativo

Centro poblado Pampa Flores

Tramo 1

De acuerdo al modelado se determina que en la margen izquierda del río corral del medio, para el centro poblado Pampa flores en el tramo 1 el que se considera desde

la progresiva 0+160 hasta 0+620, no se produce una inundación, pero se aprecia las velocidades que se generan, las mismas que son superiores a 3.18 m/s, estas se consideradas altas ya que se tiene antecedentes de que en esa zona el aumento de caudal está generando acciones erosivas y como consecuencia socavación, volviéndola un tramo curvado, complicando más el comportamiento del río.

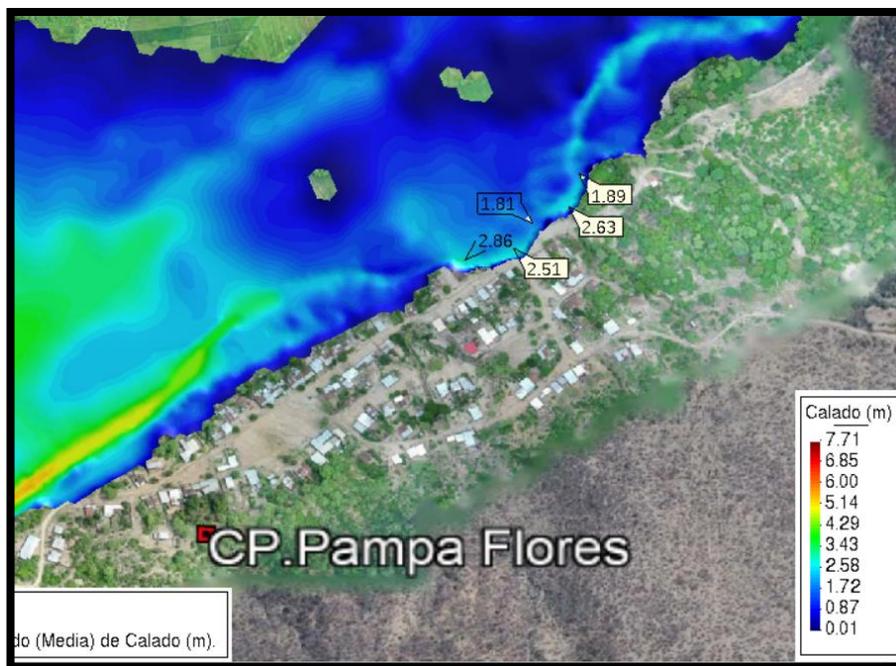


Fig.72. Calado en tramo 1 del C.P. Pampa Flores -PR 50 años. Adaptado del software Iber

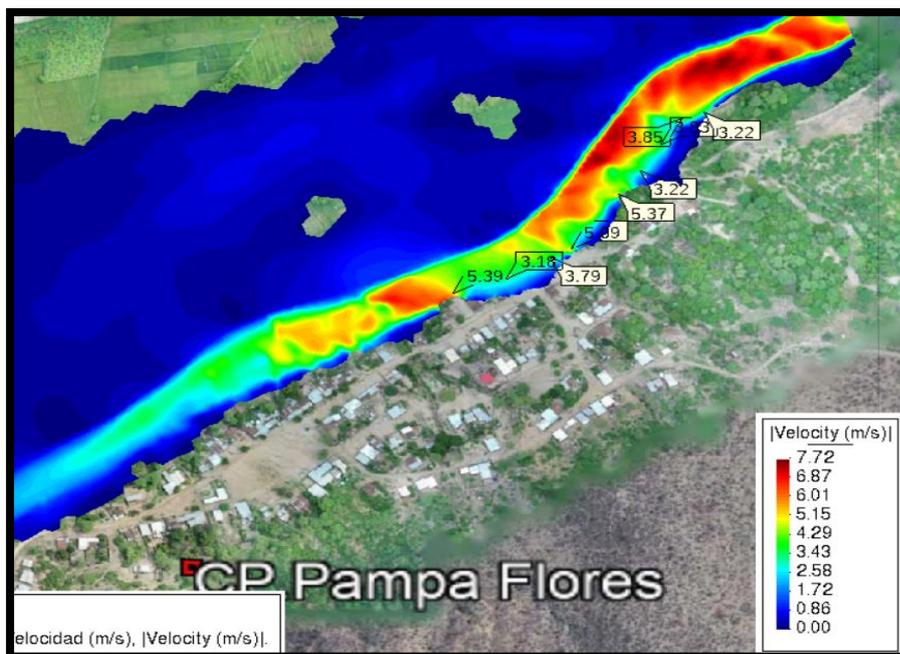


Fig.73. Velocidades en tramo 1 del C.P. Pampa Flores PR-50 años. Adaptado del software Iber



Fig.74. Erosión en la margen izquierda de río Corral del Medio en el tramo 1. Adaptada de Dron Phantom 4 pro

Teniendo en consideración dichas características se propone para este tramo con progresivas (0+160 hasta 0+620) una estructura de Defensa Ribereña, la misma que se considera adecuado; espigones de enrocado, siendo éstos elementos de protección directa, adicional a ello, estos pueden formar parte de una orilla virtual, y ayudan a recuperar márgenes de río que han sido afectados por las altas velocidades que generan la erosión.

Como parte de la propuesta se ha realizado un dimensionamiento preliminar, es importante mencionar que esta tesis no tiene como objetivo realizar un diseño como tal, sino que, está proyectada a modo de estudio preliminar, ya que su objetivo principal es analizar el riesgo que corren ambos centros poblados ante un evento extremo de máxima avenida, pero a manera de conocimiento general se ha decidido realizar un dimensionamiento con algunas de las condiciones y datos que se tienen del análisis hidrológico y topográfico, aclarando que es necesario realizar un estudio de suelos para un dimensionamiento que cumpla con todas las condiciones que requiere un diseño de defensas ribereñas.

Criterios para dimensionamiento

Para el dimensionamiento se ha hecho uso de la fórmula de Manning- Strickler que nos permite calcular altura de calados en función de la pendiente y ancho del río en estudio, que tengas anchos mayores a 30 m.

$$T = \left(\frac{Q}{\left(\frac{1}{n} \right) * B * S^2} \right)^{3/5}$$

Donde:

t= tirante de agua

Q=caudal de diseño

B=ancho del río

S=pendiente del tamo

Ks= coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río

Tabla.44. Coeficiente de rugosidad para calculo estadístico de defensas

Valores rugosidad de Manning (n)	
Descripción	n
Cauce con fondo sólido sin irregularidades = 0.025	0.025
Cauces de río con acarreo irregular = 0.030 - 0.029	0.03
Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 0.033	0.033
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.05

Valor del Tirante calculado mediante la fórmula de Manning

Tabla.45. Cálculo de tirante hidráulico según Manning para altura de muro de espigones

CALCULO DEL TIRANTE	
MÉTODO DE MANNING (B > 30 M)	
Caudal de Diseño (m³/seg)	Y (m)
Q =	596.30
Ancho de río (m)	
B =	81.00
Pendiente del Tramo de estudio	
S =	0.00940

De esta manera podemos comprobar que el valor de tirante es parecido al calculado con el software Iber cuyo Tirante promedio de agua software Iber = 1.92m como se aprecia en la siguiente imagen.

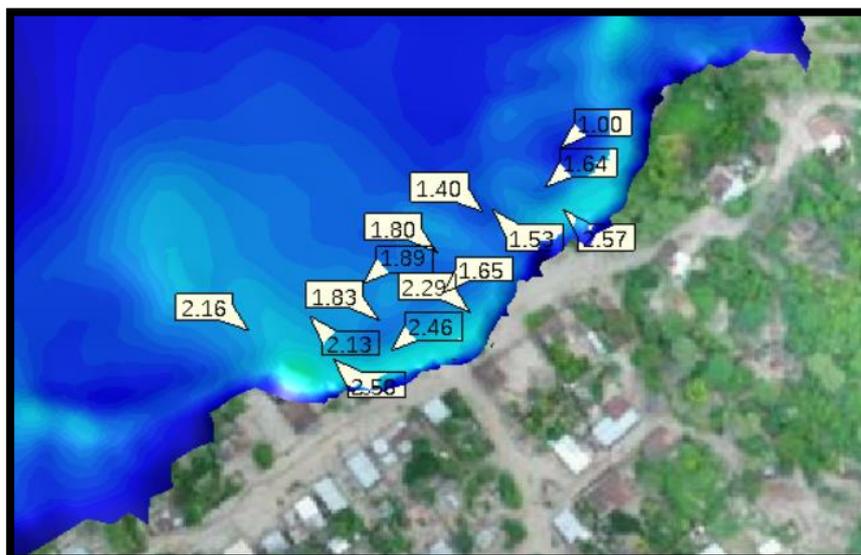


Fig.75. Tirantes hidráulicos en software Iber para altura de muro de espigones. Adaptado del software Iber

Determinación de la velocidad media según fórmula de Manning para cálculo de borde libre.

Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) $V = R^{2/3} * S^{1/2} / n$				
Tirante medio (y)	Taluz de Borde (Z)	Pendiente de Fondo (S)	Radio Hidráulico	
Y = 1.82	Z = 2	S = 0.00940	1.74	
Ancho de Equilibrio (B)		Coeficiente de Rugosidad de Manning		
B = 81.00		Descripción		n
Área (m2)	Perímetro (m)	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035		0.035
A = 140.8	P = 81.86			
V = 4.01 m/seg				
Numero de Froude : $F = V / (g * y)^{1/2}$				
Velocidad media de la corriente (m/s)	Aceleración de la Gravedad	Profundidad Hidráulica Media = Área Mojada / Ancho Superficial:	Froude (F)	
V = 4.01	g = 9.81	Y = 1.82	0.95	
Tipo de Flujo : FLUJO SUBCRITICO				

Cálculo de la altura de Espigón proyectado

Tabla.46. Cálculo de altura del muro de encauzamiento, para espigones

Bordo Libre (BL) = ϕe			ALTURA DE MURO (HM)	
ϕ	energía de velocidad	Borde Libre	$H_M = y + BL$	
1.2	$e = V^2/2g$	BL	Y : Tirante de diseño (m)	
	0.82	0.98	Y =	1.82
			$H_M =$	2.80
			Por Procesos Constructivos	
		$H_M =$	3.00	

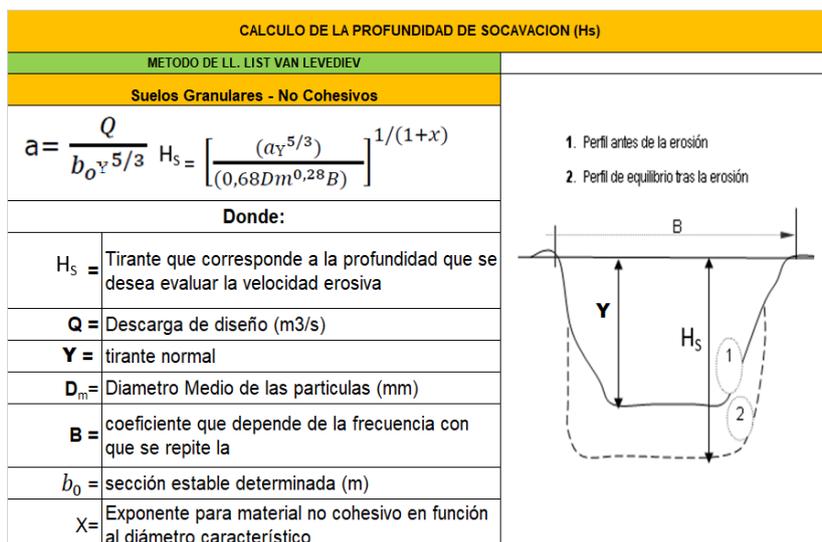


Fig.76. Fórmula para el cálculo de socavación en Espigón [19]

Tabla.47. Valores para exponente según diámetro de partícula de suelo

SUELOS COHESIVOS			SUELOS NO COHESIVOS		
PESO ESPECIFICO (T/m ³)	X	1/(X+1)	D (mm)	X	1/(X+1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.67	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.83
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1 000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79	0.70		

Tabla.48. Coeficiente B que depende de la frecuencia con que se repite la avenida

PROBABILIDAD ANUAL DE QUE SE PRESENTE EL CAUDAL DE DISEÑO (%)	COEFICIENTE B
00	0.77
50	0.82
20	0.86
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Se tiene entonces los siguientes datos según los criterios antes mencionados por diferentes autores, valores que permitirán el cálculo de socavación haciendo uso de la fórmula de Levediev.

$$a = \frac{Q}{b_0 t^{5/3}}$$

b_0	Y	Q	B	D_m	$1/(1+x)$	a
81.00	1.82	596.30	0.97	8.00	0.74	2.71

Cálculo de profundidad Socavación y el ancho de uña haciendo uso de las fórmulas

Es importante mencionar que para realizar este cálculo se ha tomado como referencias los mapas bases brindados por GEOCATMIN (Sistema de Información Geológica y Catastral Minero) perteneciente al INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico), me determina que para el río corrales así como para ambos centros poblados Pampa Flores y Ingenio su composición de geología es decir su suelo es de **limos, arenas y gravas** y teniendo en cuenta la norma ASTM la misma que brinda los tamaños de partículas dependiendo el tipo de Suelo.

0.074 mm > Limo

0.074 < arena fina < 0.42 mm

0.42 < arena media < 2 mm

2 < arena gruesa < 4.75 mm

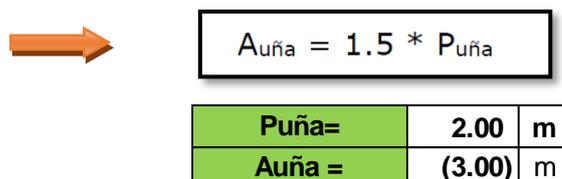
4.75 < grava < 76.2 mm

Teniendo en consideración estos parámetros se ha decidido tomar un valor estimativo de 8 mm de tamaño de partículas para fines de dimensionamiento preliminar de espigones.



$$H_s = t_s - Y$$

	$H_s =$	3.87	
	PROFUNDIDAD DE SOCACION (Pu)		
	Puña =	$H_s - Y$	
Por Procesos Constructivos	Puña =	2.00	m



Longitud de trabajo de espigón [19]

$$y < L_T < B/4$$

Longitud de Trabajo $y < L_T < B/4$		
Tirante medio (y) =	1.82	m
Ancho estable del cauce (B)	81.00	m
$1.82 < L_T < 20.25$		
Seleccionamos L_T	20.00	m

Calculo para tamaño de Roca, el MET [7] nos brinda la fórmula de Maynard que nos permite calcular un D50 estimativo el cual es el diámetro característico del enrocado en función del tirante de flujo, la velocidad en el centro del cauce, la misma que obtenemos del modelo en el software Iber, así como coeficientes que están en función de la pendiente de cauce y ubicación de tramo (recto o curvado) de la defensa, donde con estas condiciones se procede a calcular el tamaño de roca, dándonos un tamaño de 0.8 m

Sección Hidráulica	Altura Hidráulica	Velocidad en el Centro del Cauce	Coeficiente por		$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$	$d_{50} = t C_1 F^3$
	(m)	(m/s)	talud de fondo C_1	Ubicación de roca C_2		
Río Corral del Medio	1.82	4.01	0.28	1.25	1.19	0.85

Sección Típica de espigón de enrocado proyectado para tramos (0+160 - 0+620) del centro poblado Pampa Flores

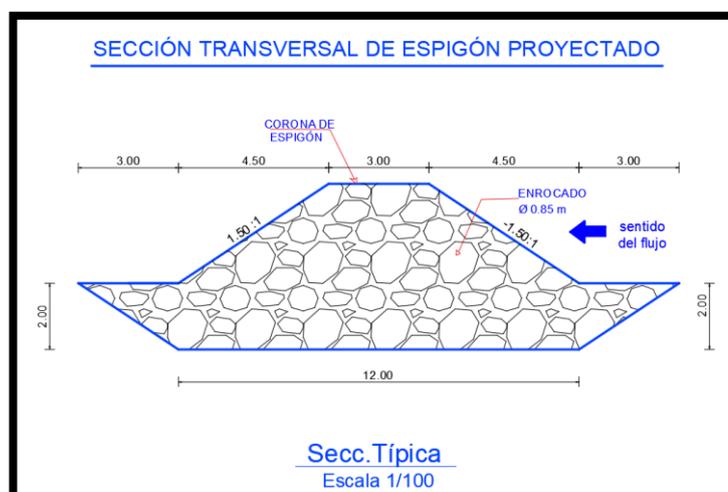


Fig.77. Sección Típica de espigón de enrocado proyectado. Elaboración propia.

Modelado de Espigón en Iber

Para el modelado de espigones se seleccionó en el programa la opción tipo Dique donde se agregó un ancho de corona de 3 metros a la malla.

El software Iber sólo nos ofrece 2 tipos de estructuras que se pueden introducir directamente a la malla generada por la topografía; Puente y Dique, puesto que los espigones son una estructura de defensas, la opción de Diques ayuda a representar la defensa que se está proyectando.

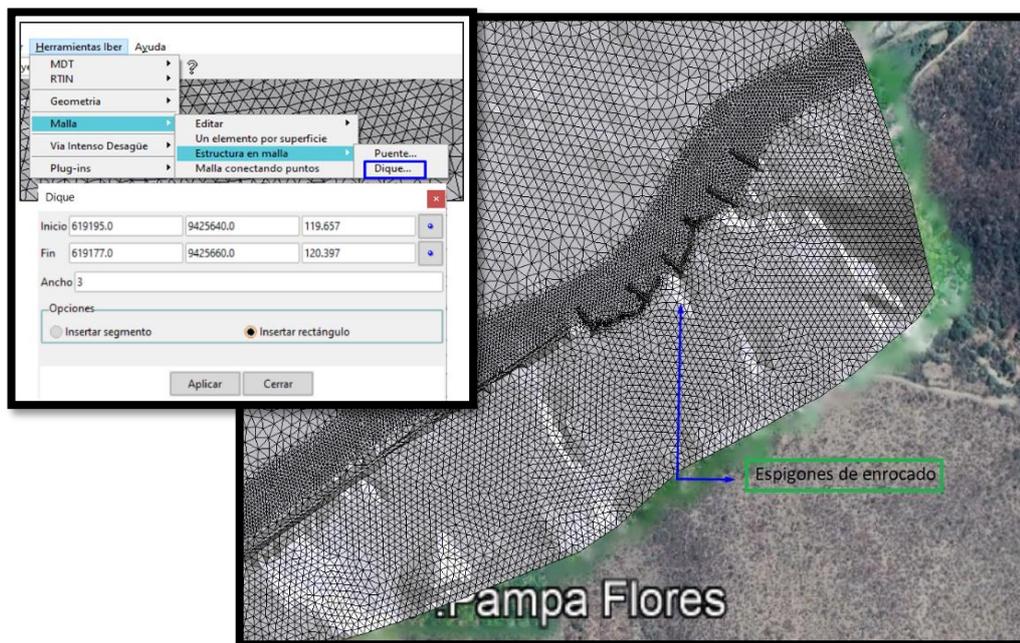


Fig.78. Modelado de defensa tipo Espigón. Adaptado del software Iber.

Procedemos a confirmar nuestro análisis introduciendo al modelo matemático la defensa de espigón de enrocado, donde se puede apreciar el cambio y disminución de velocidades, ya que esta estructura aleja las velocidades altas que se producían en el margen del río corral del medio, reduciéndolas a un valor de hasta 0.23 m/s.

Por otro lado, para la localización en planta de dichos espigones se ha tenido en cuenta las condiciones topográficas del cauce del río, así como la morfología actual del terreno, donde se ha decidido ubicar 7 espigones del tipo transversales; según Ruben Teran [19] este tipo de espigones son construidos en forma perpendicular al flujo del río; en ángulos que van de los 70° a 80°, de corta longitud debido a que al ancho estable proyectado según cálculo del río en ese tramo es de 100 m.

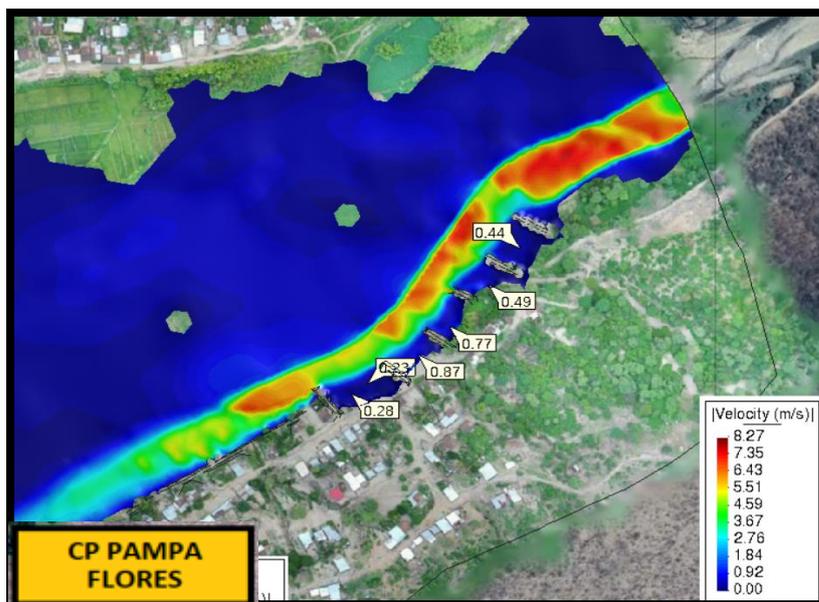


Fig.79. Mapa de velocidades reducidas por la colocación del Espigón a la margen izquierda río corrales. Adaptado de software Iber.

Tramo 2

Para el segundo tramo que va desde las progresivas (0+640 hasta 1+300), según el modelado en Iber el tirante de agua llega a una altura máxima de 1.99 m fuera del río en su margen izquierda, con una cota de agua máxima de 116.53 m y al comparar dichas cotas con las que tenemos en la topografía para tener un mejor análisis de los resultados se concluye que el nivel de agua no llega desbordarse puesto que algunas de estas se encuentran en una cota mínima de 117.20 m.

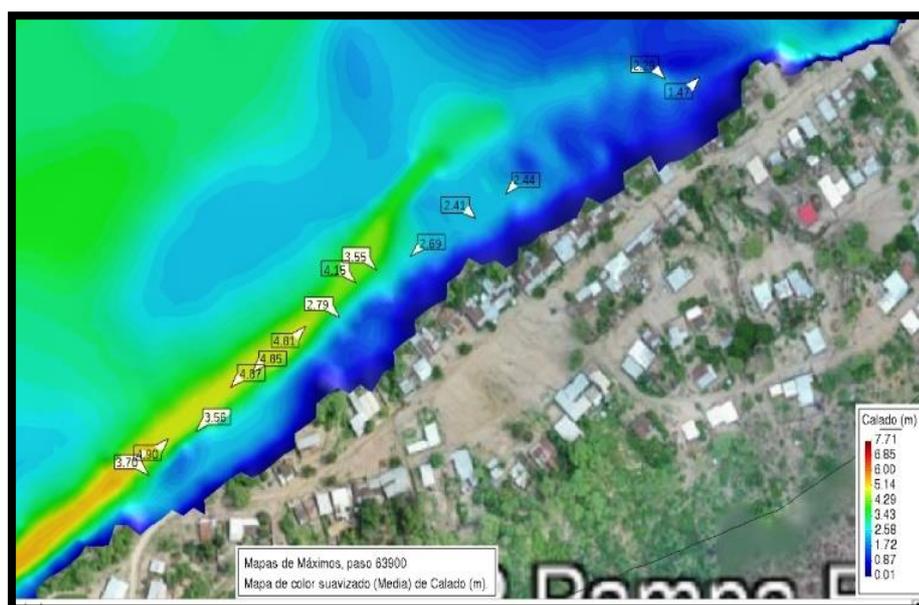


Fig.80. Mapa de calado en tramo 2 del C.P. Pampa Flores. Adaptado del software Iber

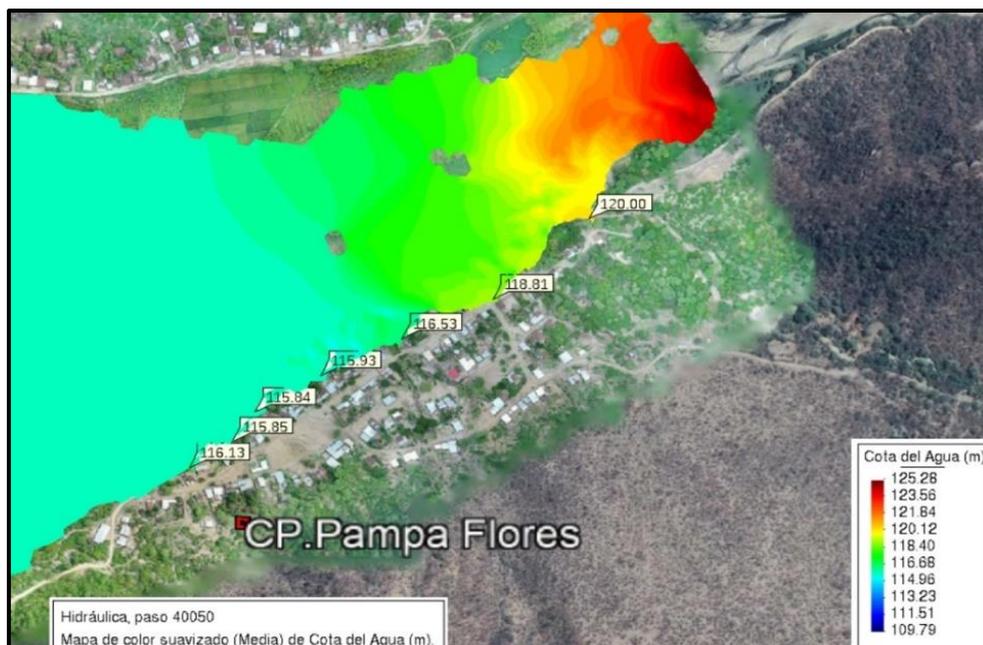


Fig.81. Mapa de cotas de agua -Tramo 2 en el C.P. Pampa Flores. Adaptado del software Iber



Fig.82. Cotras de terreno – Tramo 2 en el C.P. Pampa Flores. Adaptado del programa Civil 3D

Pero se aprecia la existencia de un riesgo alto por velocidades que en su mayoría son de entre 3 m/s a 4m/s, en la margen izquierda del río corral del Medio, dando lugar al proceso erosivo, que según se evidencia en las imágenes de la zona del centro poblado Pampa Flores, son acciones peligrosas ya que ponen en riesgo la vida de los pobladores, teniendo en cuenta además que las viviendas están construidas a una distancia mínima de 3-5 metros desde las orillas del río.



Fig.83. Distancia desde la orilla hasta C.P. Pampa Flores. Elaboración propia.

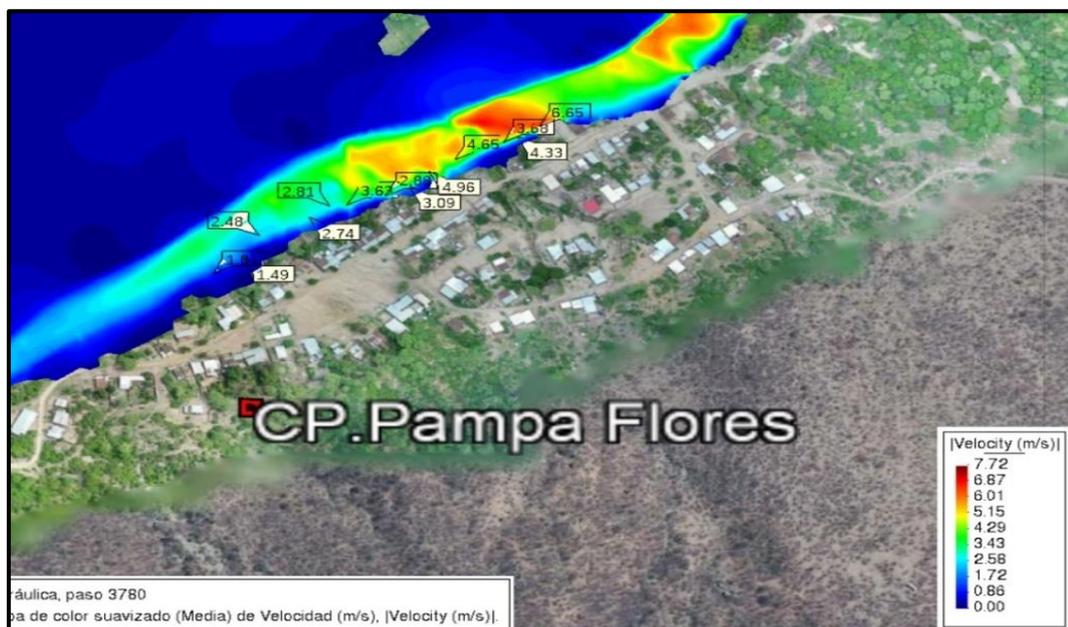


Fig.84. Mapa de velocidades en el tramo 2 del centro poblado Pampa Flores. Adaptado del software Iber.

Para este tramo se ha considerado la colocación de Gaviones, dado que existe una distancia cercana entre el pueblo y el río, por lo cual este tipo de estructura no nos reducirá el área hidráulica actual del río, puesto que su dimensionamiento es menor en su base.

Dimensionamiento de Gavión para segundo tramo afectado por máximas avenidas en el centro Poblado Pampa Flores, el cual cubra una distancia total de 660 m.

El MTC [7] menciona que la altura de muros de Gaviones debe ser mayor que el nivel de avenida esperado, y puesto que se tiene una altura máxima de 3.52m para el $T_r = 50$ años adoptamos una altura de 3.60 m para el dimensionamiento.

Altura de cada bloque	:	$h_B = 1.00$ m
Ancho de cada bloque	:	$b_B = 1.00$ m
Altura total del muro	:	$H_T = 3.60$ m

Predimensionado de la base: $B = \frac{1}{2}(1 + H_T)$

Dimensión de la base	:	$A_B = 2.30$ m
Adoptamos una base de	:	$B = 2.50$ m

$$L_{\text{colchon}} = 1,5 * H_s$$

Longitud de Colchon	:	$L_c = 2.25$ m
---------------------	---	----------------

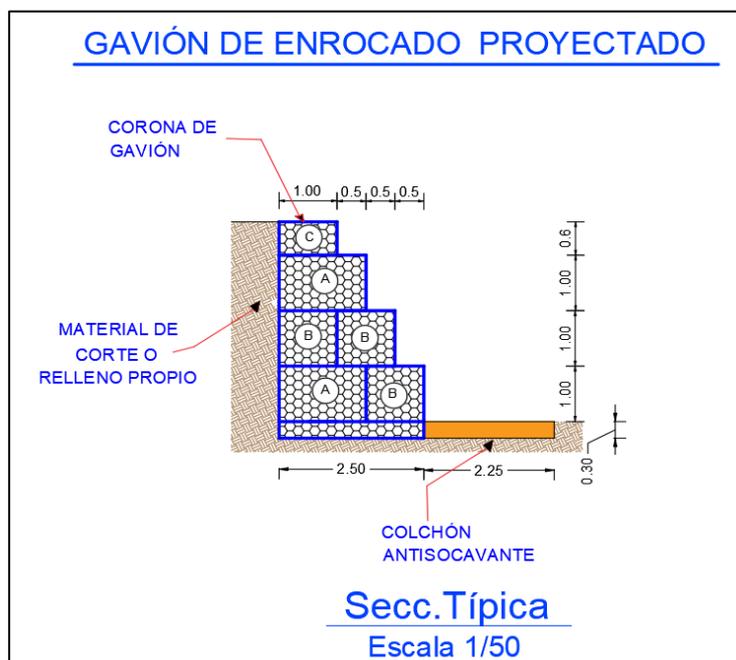


Fig.85. Características de Enrocado Proyectado tramo 2 del C.P Pampa Flores. Elaboración Propia.

Modelado De Gavión en Iber

Al igual que en el modelado de espigón en Iber se simuló los gaviones haciendo uso de la opción Dique, cuya dimensión que ingresamos es el ancho del Gavión de 2.25m en el mallado generado por la Topografía.

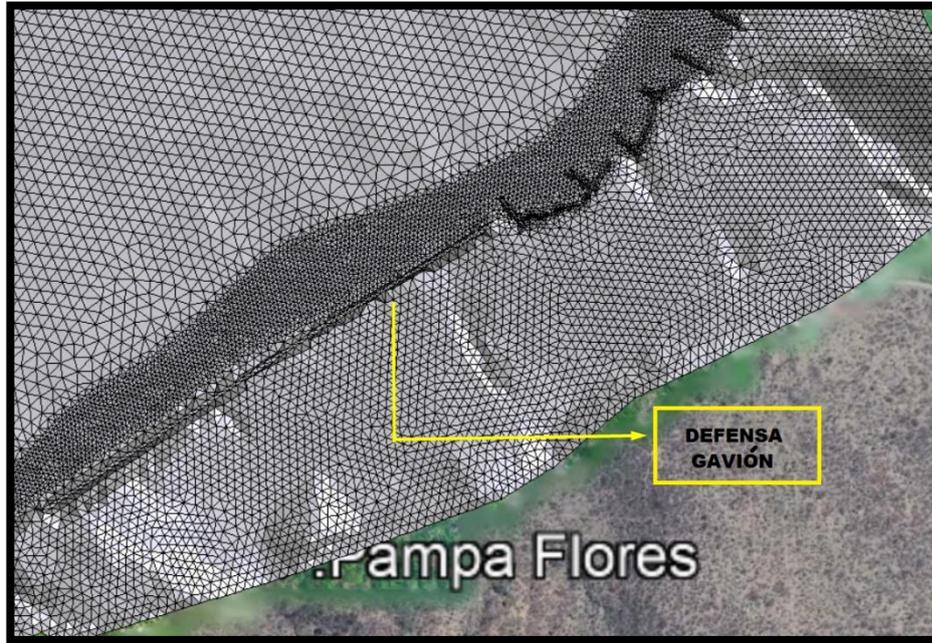


Fig.86. Representación de Gavión en mallado en Iber. Adaptado del software Iber

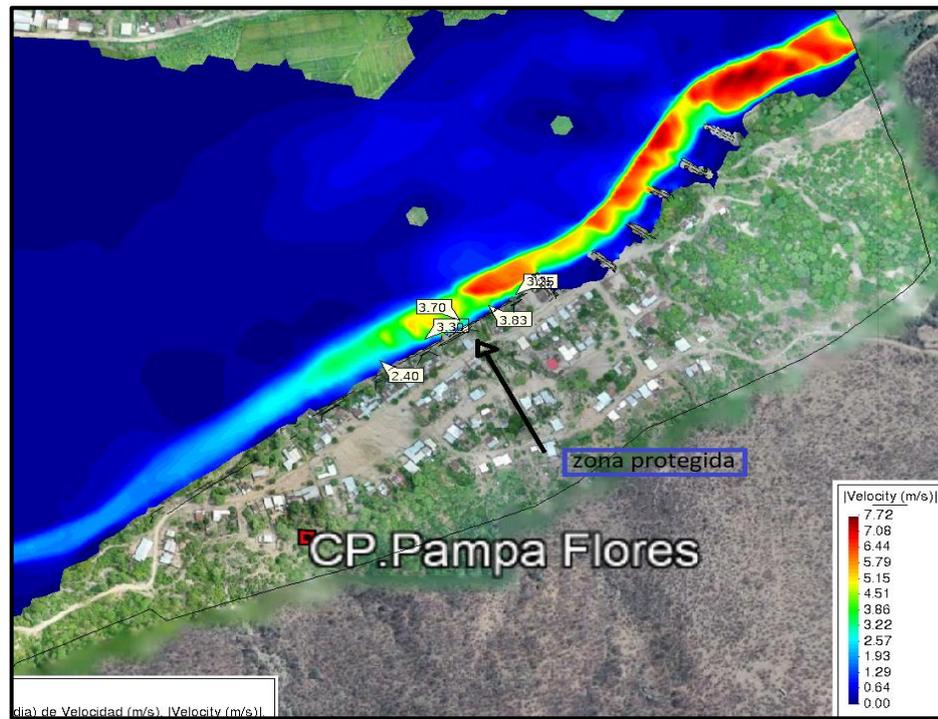


Fig.87. Mapa de velocidades con protección de Gavión en tramo 2. Adaptado de Iber

Se puede apreciar la recuperación vegetal en las orillas del río y por ende la protección de los centros poblados ante el aumento del caudal por máximas avenidas,

lo que ayudará a evitar la socavación que se estaba generando, las velocidades que se presentan en las orillas del río , las mismas que están en contacto con la estructura de defensa son de entre 3.70 a 3.83 m/s , por lo que haciendo una comparación con el Manual del MTC [7] , menciona que para la construcción de gaviones las velocidades de flujo aceptables deben ser menores a 4.5 m/s .

Centro poblado Ingenio

Defensa en el centro poblado ingenio

De acuerdo al modelado y antecedentes, podemos apreciar que se genera un área de inundación de aproximadamente 15 Ha para un periodo de retorno de 50 años, en la margen izquierda del rio corral del medio, además la inundación llega afectar la trocha que une al centro Poblado Pampa Flores con el Centro Poblado Ingenio de Buenos Aires.

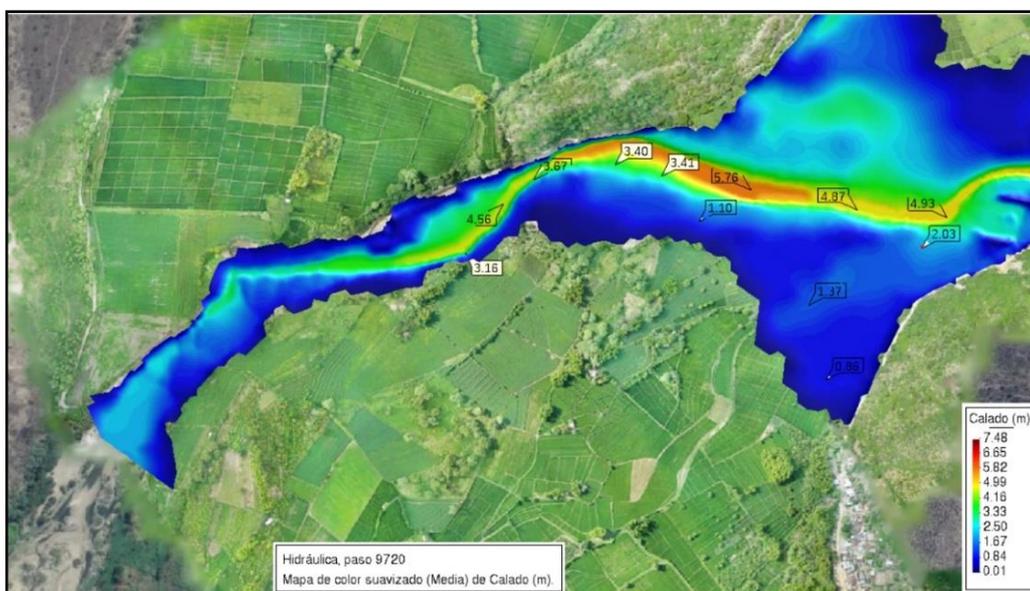


Fig.88. Mapa de área inundable, debido al desborde del río corral del medio en C.P Ingenio.

Adaptado del software Iber

Por lo cual se ha decidido proyectar el tipo de Defensa Ribereña, Diques, esta estructura abarca una mayor longitud en su base a diferencia de los Gaviones, y teniendo en cuenta que el pueblo se encuentra a una distancia mínima de 600 m, no nos complicará el proceso constructivo, ya que no se tomará parte del área hidráulica del río por lo que se garantizará la trayectoria natural del cauce, defendiendo así con esta estructura las hectáreas de terreno en la ribera izquierda del Río Corral del Medio,

las mismas que se ven afectadas por la máxima avenida de 596.3 m³/s evaluado a un tiempo de retorno de 50 años.

Pre dimensionamiento del Dique: Para el centro poblado Ingenio del distrito de Buenos Aires – Morropón, este dique está proyectado proteger 1 km de tramo recto a la margen izquierda del río corral del medio.

Cálculo del Tirante de agua con formula de Manning, cabe resaltar que este tirante es un tirante promedio, ya que haciendo la comparación con el software Iber este tirante se encuentra dentro del rango de tirantes reales que se presentarían con la topografía real actual para un Tiempo de retorno de 50 años.

Tabla.49. Tirante hidráulico según formula de Manning para altura de muro de Gaviones

CALCULO DEL TIRANTE		
MÉTODO DE MANNING (B > 30 M)		
Caudal de Diseño (m ³ /seg)		Y (m)
Q =	596.30	5.04
Ancho de río (m)		
B =	45.00	
Pendiente del Tramo de estudio		
S =	0.00200	

La fórmula de Manning para el **cálculo de velocidades** nos permite hacer la comparación con las velocidades obtenidas en el modelado de inundación realizado en Iber, donde se puede apreciar que dichas velocidades por ambos procesos son parecidas lo que nos confirma el haber realizado un procedimiento correcto para la obtención de las dimensiones de la estructura de defensa a proyectar.

Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) $V = R^{2/3} \times S^{1/2} / n$				
Tirante medio (T)	Taluz de Borde (Z)	Pendiente de Fondo (S)		Radio Hidráulico
T = 5.04	Z = 2	S = 0.00200		
Ancho de Equilibrio (B)		Coeficiente de Rugosidad de Manning		3.71
B = 45.00		Descripción	n	
Área (m ²)		Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.045	
A = 176				
Perimetro (m)				
P = 47.38				
V = 2.38 m/seg				

A continuación, se procede a calcular la altura correspondiente a la estructura de defensa ribereña, Dique enrocado.

Tabla.50. Cálculo de altura del muro de encauzamiento, para espigones.

Bordo Libre (BL) = ζe					ALTURA DE MURO (HM)		
Caudal máximo m ³ /s		ζ	ζ	energía de velocidad	Borde Libre		
3000.00	4000.00	2	1.2	$e = V^2/2g$	BL	$H_M = Y + BL$	
2000.00	3000.00	1.7		0.29	0.35	Y : Tirante de diseño (m)	
1000.00	2000.00	1.4				Y =	5.04
500.00	1000.00	1.2				$H_M =$	5.40
100.00	500.00	1.1					

Cálculo de enrocado

haciendo uso de la formula de Maynard [7] que nos permite calcular un D50 estimativo el cual es el diámetro característico del enrocado en función del tirante de flujo, la velocidad en el centro del cauce y un número de Froude que depende de coeficientes por talud de fondo C1 y ubicación de roca C2.

$$D_{50} = C_1 * y * F^3$$

$$F = \frac{C_2 * V}{\sqrt{g * y}}$$

Sección Hidráulica	Altura	Velocidad en el	Coeficiente por		$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$	$d_{50} = Y C_1 F^3$
	Hidráulica	Centro del Cauce	talud de fondo	Ubicación de roca		
	(m)	(m/s)	C_1	C_2		
Río Corral del Medio	5.04	2.38	0.25	1.50	0.51	0.17

Se obtuvo entonces un diámetro de roca de 0.17 m para el Dique proyectado en el centro poblado Ingenio de Buenos Aires de aproximadamente 7” de diámetro.

Con respecto a la **profundidad de socavación** se tiene mediante cálculo usando el método de LL. LIST VAN LEVEDIEV

b_0	Y	Q	B	D_m	$1/(1+x)$	a
45.00	5.04	596.30	0.97	8.00	0.74	0.89

$H_s =$	5.99	
PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (Pu)		
Puña =	$H_s - \gamma$	
	0.95	m
Puña=	0.95	m
Auña =	(1.42)	m

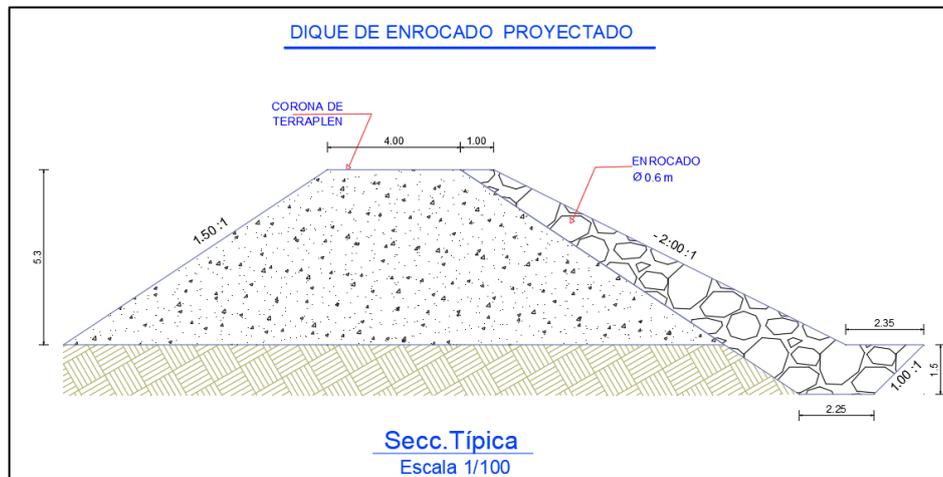


Fig.89. Sección Típica de Gavión para el C.P. Ingenio. Elaboración propia

Modelado de defensa ribereña tipo Dique de Enrocado en el software Iber

Con la opción dique que nos ofrece Iber dentro de sus Herramientas , ubicamos las cotas desde el punto de inicio al punto final para posicionar la defensa y sumamos la altura de dique calculado, el mismo que es 5.40 m, esta altura satisface los tirantes que se producen ante una máxima avenida de 596.3 m³/s para un periodo de retorno de 50 años, además se le coloca un ancho de corona de 4 m valor que es recomendado por diferentes autores entre ellos el Ingeniero Rubén Terán Adriazola en su libro Diseño y construcción de defensas ribereñas [19] .

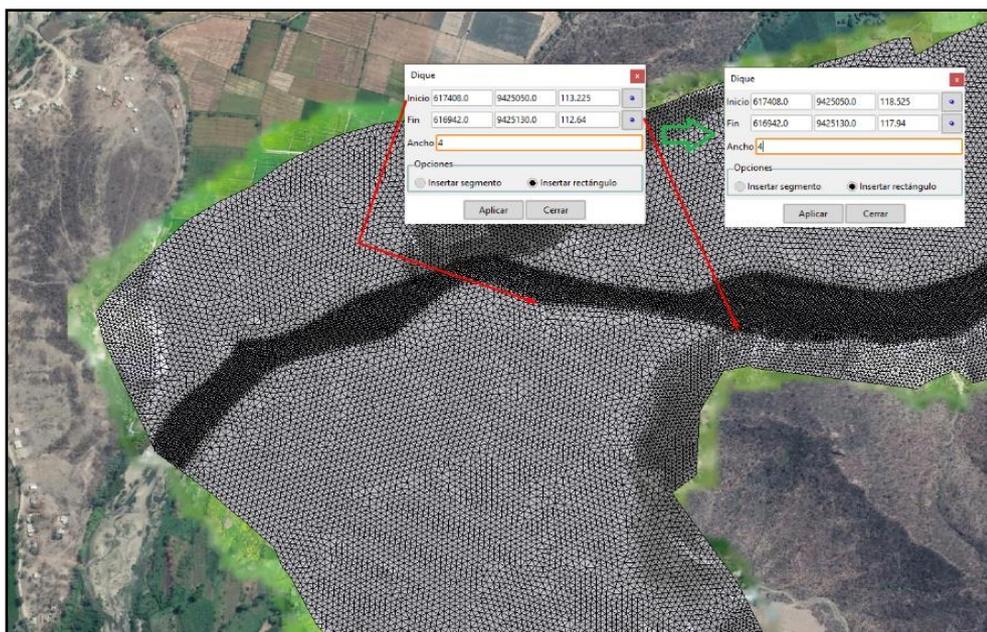


Fig.90. Ubicación de cotas de terreno para el modelado del dique de enrocado. Adaptado de Iber.



Fig.91. Gavión enrocado modelado en el mallado. Adaptado del software Iber.

Mapa de modelado de río con Defensa de enrocado para la protección de las hectáreas de terreno que estaban siendo afectadas por la inundación generada en el C.P Ingenio del distrito de Buenos Aires

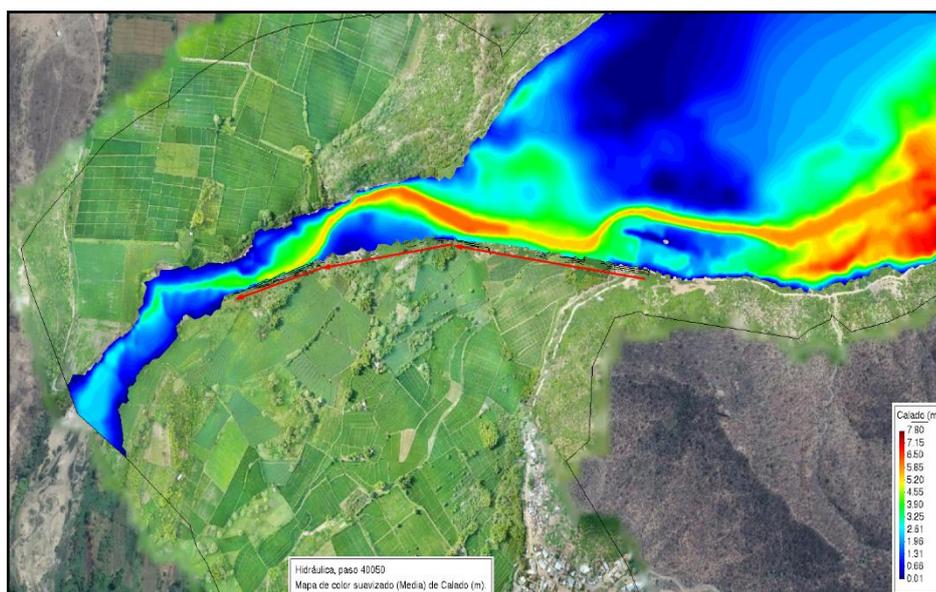


Fig.92. Mapa de modelado de río con Defensa de enrocado ubicado en el C.P Ingenio. Adaptado del Software Iber

Análisis de los Niveles de Riesgo de los C.P Pampa Flores y Ingenio

Nivel de peligro del CP. Pampa Flores

Identificación del peligro:

Una inundación se genera por las lluvias intensas que producen máximas avenidas, ocasionando que el volumen máximo de transporte del río sea superado haciendo que su cauce se desborde e inunde terrenos circundantes. En nuestro caso para el centro poblado Pampa Flores según el modelado para un periodo de retorno de 5,10,25,50 años, no se evidencia inundaciones a gran escala, pero podemos apreciar una clara diferencia para los periodos de retorno de 100, 200 y 500 años, donde las viviendas que se encuentran a una distancia mínima de 25 a 50 m, se verían afectadas por el desborde del río. Pero es importante tener en cuenta que el programa supone que la altura a la que se encuentra el centro poblado será permanente con el paso del tiempo, es decir que no habrá variaciones en su topografía, lo que conlleva a que no simule un proceso inundable a corto plazo, pero se tiene evidencia de que estas máximas avenidas acompañadas de pendientes variables, producen altas velocidades que están siendo perjudiciales ya que afectan directamente la margen izquierda del centro poblado generando un peligro de **Socavación**, este peligro de socavación ha ido incrementando siempre que se producen máximas avenidas, ocasionando daños en las viviendas cercanas así como a la parte final de la trocha del centro poblado Pampa Flores, en dirección al centro poblado Pueblo Libre.

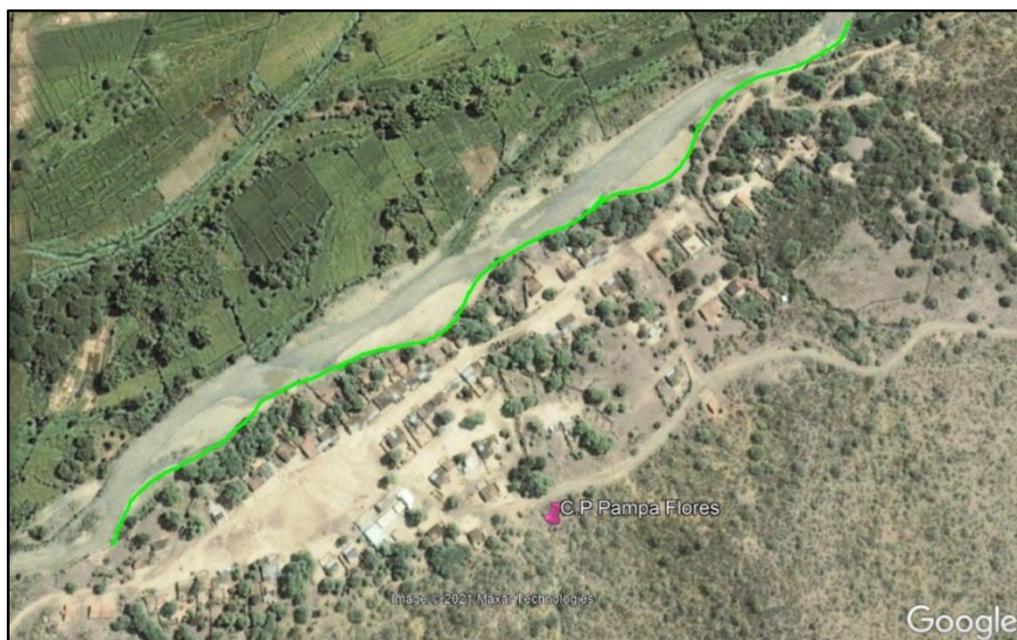


Fig.93. situación topográfica del C.P. Pampa Flores en el año 2016. Adaptado de Google Imágenes.



Fig.94. Situación topográfica del centro poblado Pampa Flores en el año 2020. Dron Phantom 4 pro.

Parámetros de Evaluación

Para nuestro análisis se ha identificado que el parámetro de evaluación es el Periodo de retorno, el mismo que me va permitir obtener diferentes caudales presentes los cuales con la ayuda de los factores condicionantes como es el mayor caso de las pendientes en la zona de estudio se va a producir altas velocidades las mismas que son las que generan la socavación.

Los periodos de retorno a usar son desde los primeros 5 años ya que según el modelado en Iber las velocidades altas se evidencian desde este periodo de retorno.

Tabla.51. Matriz de Comparación de Pares del Parámetro de Evaluación. C.P Pampa Flores.

Tiempo de retorno	50 años	25 años	10 años	5 años
50 años	1.00	3.00	5.00	7.00
25 años	0.33	1.00	3.00	5.00
10 años	0.20	0.33	1.00	3.00
5 años	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Tabla.52. Matriz de Normalización de pares del Parámetro de Evaluación. C.P Pampa Flores.

Tiempo de retorno	50 años	25 años	10 años	5 años	Vector priorización	
50 años	0.60	0.66	0.54	0.44	0.558	56%
25 años	0.20	0.22	0.32	0.31	0.263	26%
10 años	0.12	0.07	0.11	0.19	0.122	12%
5 años	0.09	0.04	0.04	0.06	0.057	6%
					1.00	100%

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	Vector priorización	=	λ max
2.356		0.558		4.222
1.099		0.263		4.175
0.492		0.122		4.036
0.230		0.057		4.041

λ max=	4.118466
IC=	0.039
RC=	0.035

(RC < 0.1),

Ponderación de Parámetros

Realizando la ponderación para los parámetros seleccionados a evaluar como factores condicionantes en la zona de estudio los mismos que son; pendiente, geología y geomorfología.

Tabla.53. Matriz de comparación de pares para los Factores Condicionantes. C.P Pampa Flores.

La Geología es 2 veces menos importante que la pendiente

La Pendiente es 3 veces más importante que la geomorfología

Factores condicionantes	Pendiente	Geología	geomorfología
Pendiente	1.00	2.00	3.00
Geología	0.500	1.00	2.00
geomorfología	0.333	0.500	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla.54. Matriz de normalización del Factor condicionante. C.P Pampa Flores

Factores condicionantes	Pendiente	Geología	geomorfología	Vector priorización	
Pendiente	0.55	0.57	0.50	0.539	53.9%
Geología	0.27	0.29	0.33	0.297	29.7%
geomorfología	0.18	0.14	0.17	0.164	16.4%
				1.000	100%

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	Vector priorización	=	λ max
1.625		0.539		3.015
0.894		0.297		3.008
0.492		0.164		3.004

λ max=	3.009209	→	(RC<0.1),
IC=	0.005		
RC=	0.009		

El valor de IA o índice aleatorio se obtiene mediante el siguiente cuadro

Tabla.55. Valores de índice aleatorio para “n=3” para factores condicionantes.

CENEPRED

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA CADA FACTOR CONDICONANTE:

Pendiente

Tabla.56. Matriz de comparación de pares – Pendiente. C.P Pampa Flores

Pendiente	>55%	16-55%	8-16%	4-8%	0-4%
Muy alta (>55%)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Alta (16-55%)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Moderada (8-16%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Baja (4-8%)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy baja (0-4%)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla.57. Matriz de normalización- Pendiente. C.P Pampa Flores

Pendiente	>55%	16-55%	8-16%	4-8%	0-4%	Vector priorización	%
Muy alta (>55%)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28%
Alta (16-55%)	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02%
Moderada (8-16%)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44%
Baja (4-8%)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78%
Muy baja (0-4%)	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48%
						1.00	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
2.743		0.503		5.455
1.414		0.260		5.432
0.699		0.134		5.204
0.341		0.068		5.030
0.177		0.035		5.093

λ max=	5.242607
IC=	0.061
RC=	0.054

(RC<0.1)

Geología

Tabla.58. Matriz de comparación de pares – Geología. C.P Pampa Flores

Geología	Gravas ,arenas, limos aveces conglomerado	Conglomerado, arena , limo	Granito de paltashaco	Cuarcita gris en estados masivos
Gravas ,arenas, limos aveces conglomerado	1.00	3.00	5.00	7.00
Conglomerado, arena , limo	0.33	1.00	3.00	5.00
Granito de paltashaco	0.20	0.33	1.00	3.00
Cuarcita gris en estados masivos	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Tabla.59. Matriz de normalización- Geología. C.P Pampa Flores

Geología	Gravas ,arenas, limos aveces conglomerado	Conglomerado, arena , limo	Granito de paltashaco	Vector priorización	
Gravas ,arenas, limos aveces conglomerado	0.60	0.66	0.54	0.598	60%
Conglomerado, arena , limo	0.20	0.22	0.32	0.247	25%
Granito de paltashaco	0.12	0.07	0.11	0.100	10%
Cuarcita gris en estados masivos	0.09	0.04	0.04	0.055	6%
				1.00	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA		VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
2.224	÷	0.598		3.719
1.021		0.247		4.136
0.467		0.100		4.670
0.223		0.055		4.056
λ max= 4.145264				
IC= 0.048				
RC= 0.055		(RC<0.1),		

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Geomorfología:

Tabla.60. Matriz de comparación de pares – Geomorfología. C.P Pampa Flores

Geomorfología	Llanura o Planicie inundable	Montaña en roca metamorfica	Colina y Lomada en roca intrusiva	Colina y lomada en roca sedimentaria	Terraza aluvial
Llanura o Planicie inundable	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Montaña en roca metamorfica	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Colina y Lomada en roca intrusiva	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Colina y lomada en roca sedimentaria	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Terraza aluvial	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla.61. Matriz de normalización- Geomorfología. C.P Pampa Flores

Geomorfología	Llanura o Planicie inundable	Montaña en roca metamorfica	Colina y Lomada en roca intrusiva	Colina y lomada en roca sedimentaria	Terraza aluvial	Vector priorización	
Llanura o Planicie inundable	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50%
Montaña en roca metamorfica	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26%
Colina y Lomada en roca intrusiva	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13%
Colina y lomada en roca sedimentaria	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	7%
Terraza aluvial	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3%
						1.00	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA	\div	VECTOR PRIORIZACIÓN	$=$	λ max
2.743		0.503		5.455
1.414		0.260		5.432
0.699		0.134		5.204
0.341		0.068		5.030
0.177		0.035		5.093

λ max=	5.363581
IC=	0.091
RC=	0.082



(RC < 0.1),

MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA FACTOR DESENCADENANTE

El factor que se ha determinado como desencadenante del peligro identificado son los caudales generados por las máximas avenidas.

Tabla.62. Matriz de comparación de pares –Factor desencadenante. C.P Pampa Flores

Caudales	>500 m3/s	Entre (400-500 m3/s)	Entre (300-400 m3/s)	<300 m3/s
>500 m3/s	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre (400-500 m3/s)	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre (300-400 m3/s)	0.20	0.33	1.00	3.00
<300 m3/s	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Tabla.63. Matriz de normalización- Factor Desencadenante. C.P Pampa Flores

Caudales	>500 m3/s	Entre (400-500 m3/s)	Entre (300-400 m3/s)	<300 m3/s	Vector priorización	
>500 m3/s	0.60	0.66	0.54	0.44	0.558	56%
Entre (400-500)	0.20	0.22	0.32	0.31	0.263	26%
Entre (300-400)	0.12	0.07	0.11	0.19	0.122	12%
<300 m3/s	0.09	0.04	0.04	0.06	0.057	6%
					1.00	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERA		Vector priorización		λ max
2.356	÷	0.558	=	4.222
1.099		0.263		4.175
0.492		0.122		4.036
0.230		0.057		4.041

λ max=	4.118466
IC=	0.039
RC=	0.045

→ (RC < 0.1)

Tabla.64. Resultados de pesos ponderados de los factores condicionantes y desencadenantes.
C.P Pampa Flores.

		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR		Ppar x Pdesc	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO		
SUCEPTIBILIDAD POR EROSIÓN	90%	Condicionante	80%	Pendiente	0.539	Muy alta (>55%)	0.503	1,000	0.271
						Alta (16-55%)	0.260		0.140
						Moderada (8-16%)	0.134		0.072
						Baja (4-8%)	0.068		0.037
						Muy baja (0-4%)	0.035		0.019
				Geología	0.297	Gravas ,arenas, limos aveces conglomerado	0.598	1,000	0.178
						Conglomerado, arena , limo	0.247		0.073
						Granito de paltashaco	0.100		0.030
		geomorfología	0.164	Llanura o Planicie inundable	0.503	1,000	0.082		
				Montaña en roca metamorica	0.260		0.043		
				Colina y Lomada en roca intrusiva	0.134		0.022		
				Colina y lomada en roca sedimentaria	0.068		0.011		
		Desencadenante	20%	caudal	1.000	>500 m3/s	0.558	0.558	
						Entre (400-500 m3/s)	0.263	0.263	
Entre (300-400 m3/s)	0.122					0.122			
<300 m3/s	0.057					0.057			
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	10%	Tiempo de retorno	1.000	50 años	0.558	0.558			
				25 años	0.263	0.263			
				10 años	0.122	0.122			
				5 años	0.057	0.057			

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD PARA EL CENTRO POBLADO PAMPA FLORES

Tabla.65. Cálculo para determinar el nivel de peligrosidad. C.P Pampa Flores

	CONDICIONANTE			DECENCADENANTE			SUCEPTIBILIDAD		PÁRAMETRO DE EVALUACIÓN		PELIGROSIDAD	RANGO	NIVEL
	∑ Ppar X Pdesc	Peso con	Valor con	∑ Pdes x Pdesc	Peso des	Valor des	Valor suscs	Peso susc	Valor par-eval	Peso par-eval			
1	0.531		0.425	0.558		0.112	0.536		0.558		0.539	0.341 - 0.539	Muy alto
2	0.256		0.205	0.558		0.112	0.317		0.558		0.341	0.246 - 0.341	Alto
3	0.124	80%	0.099	0.558	20%	0.112	0.211	90%	0.558	10%	0.246	0.202 - 0.246	Medio
4	0.064		0.051	0.558		0.112	0.163		0.558		0.202	0.174 - 0.202	BaJo
5	0.024		0.020	0.558		0.112	0.131		0.558		0.174		

Tabla.66. Niveles de peligrosidad. C.P Pampa Flores

Nivel de Peligro	Rango
Peligro Muy Alto	0.341 ≤P≤ 0.539
Peligro Alto	0.246 ≤P < 0.341
Peligro Medio	0.202 ≤P < 0.246
Peligro Bajo	0.174 ≤P < 0.202

ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO PARA EL CENTRO POBLADO PAMPA FLORES

Tabla.67. Estratificación del Nivel de Peligro para el C.P Pampa Flores. Elaboración Propia

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Caudal superior a 500 m ³ /seg, superior a su normal climático., pendiente muy alta superior a 55% cuya condición de terreno es propensa a procesos denudacionales severos (erosiones u deslizamientos), con Geología o composición de suelo de gravas, arenas limos aveces conglomerados , presenta llanura o planicie inundable.	0.341 ≤P < 0.539
Peligro alto	Caudal entre (400-500 m ³ /seg), con pendiente alta de entre (16- 55%) cuya condición de terreno es peligro extremo por erosión , con Geología o composición de suelo de conglomerado, arenay limo, presenta una geomorfología Montañosa en roca metamorfica.	0.246 ≤P < 0.341
Peligro medio	Caudal entre (300-400 m ³ /seg), con pendiente moderada de entre (8- 16%) es decir presencia de deslizamientos de suelo ocasionales , con Geología o composición de suelo de granito de paltashaco, presenta una geomorfología con clasificación de colina y lomada de roca intrusiva	0.202 ≤P < 0.246
Peligro bajo	Caudal menor a 300 m ³ /seg, con pendiente baja de (4- 8%) con peligro a erosión Y con geología o composición de suelo Cuarcitas grisesen estados masivos , presenta una geomorfología de colina y lomada en roca sedimentaria	0.174 ≤P < 0.202

Nivel de Vulnerabilidad del C.P. Pampa Flores

Análisis de los factores de Vulnerabilidad en función a la dimensión Social y Económica

Dimensión social

Tabla.68. Matriz de comparación de pares – Dimensión social Pampa Flores.

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla.69. Matriz de Normalización- Dimensión social Pampa Flores.

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.54
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.30
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.16

1.000

**PESO PONDERADO DE
LOS PARAMETROS**

Porcentaje (%)
53.90
29.73
16.38

Cálculo de Relación de Consistencia

Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
0.539	0.595	0.491	1.625
0.269	0.297	0.328	0.894
0.180	0.149	0.164	0.492

$\lambda_{\text{máx}}$	
Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
	3.015
	3.008
	3.004
SUMA	9.028
PROMEDIO	3.009

IC	0.0046
RC	0.0088

Dimensión económica:

Tabla.70. Matriz de comparación de pares – Dimensión Económica. Pampa Flores.

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Tabla.71. Matriz de Normalización- Dimensión Económica. Pampa Flores

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorizacion
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.65
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	0.23
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	0.12
			1.000	
			Porcentaje (%)	
			64.795	
			22.987	
			12.218	

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia

Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
0.648	0.690	0.611	1.948
0.216	0.230	0.244	0.690
0.130	0.115	0.122	0.367

λ_{\max} Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	3.007
	3.003
	3.001
SUMA	9.011
PROMEDIO	3.004

IC	0.002
RC	0.004

Análisis de los elementos expuestos

Dimensión social

Se evaluaron los siguientes parámetros

Tabla.72. Elementos Expuestos-Análisis de la Dimensión Social. Pampa Flores

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Número de personas por vivienda	Grupo etéreo	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad
		Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades
		Interés de participar en campañas de prevención del riesgo

Exposición social

Número de personas por vivienda:

Tabla.73. Matriz de comparación de pares- Número de personas por vivienda. Pampa Flores

Número de personas por vivienda	Mas de 5 personas	De 3 a 5 personas	De 1 a 3 personas	Persona sola	Deshabitado
Mas de 5 personas	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
De 3 a 5 personas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 1 a 3 personas	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
Persona sola	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Deshabitado	0.17	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.70	11.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Tabla.74. Matriz de Normalización- Número de personas por vivienda. Pampa Flores

Número de personas por vivienda	Mas de 5 personas	De 3 a 5 personas	De 1 a 3 personas	Persona sola	Deshabitado	Vector Priorizacion
Mas de 5 personas	0.455	0.496	0.448	0.441	0.300	0.428
De 3 a 5 personas	0.227	0.248	0.299	0.265	0.250	0.258
De 1 a 3 personas	0.152	0.124	0.149	0.176	0.250	0.170
Persona sola	0.091	0.083	0.075	0.088	0.150	0.097
Deshabitado	0.076	0.050	0.030	0.029	0.050	0.047
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						42.787
						25.768
						17.024
						9.728
						4.692

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.428	0.515	0.511	0.486	0.282	2.222
0.214	0.258	0.340	0.292	0.235	1.339
0.143	0.129	0.170	0.195	0.235	0.871
0.086	0.086	0.085	0.097	0.141	0.495
0.071	0.052	0.034	0.032	0.047	0.236

 $\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.193
	5.195
	5.116
	5.085
	5.035
SUMA	25.623
PROMEDIO	5.125
IC	0.031
RC	0.03

Fragilidad social

Grupo Etéreo

Tabla.75. Matriz de comparación de pares– Grupo Etéreo. Pampa Flores

Grupo etéreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años
0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
De 16 a 30 años	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
De 31 a 50 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.07	0.04

Tabla.76. Matriz de Normalización de elementos expuestos–Grupo Etéreo. Pampa Flores

Grupo etéreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años	Vector Priorizacion
0 a 5 años y mayor a 65 años	0.512	0.520	0.575	0.457	0.360	0.485
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.256	0.260	0.230	0.326	0.280	0.270
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.102	0.130	0.115	0.130	0.200	0.136
De 16 a 30 años	0.073	0.052	0.057	0.065	0.120	0.074
De 31 a 50 años	0.057	0.037	0.023	0.022	0.040	0.036
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						48.469
						27.042
						13.557
						7.357
						3.575

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.485	0.541	0.678	0.515	0.322	2.540
0.242	0.270	0.271	0.368	0.250	1.402
0.097	0.135	0.136	0.147	0.179	0.694
0.069	0.054	0.068	0.074	0.107	0.372
0.054	0.039	0.034	0.025	0.036	0.187

$\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
	5.241
	5.185
	5.116
	5.056
	5.225
SUMA	25.822
PROMEDIO	5.164
IC	0.041
RC	0.04

Resiliencia social

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad

Tabla.77. Matriz de comparación de pares– Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. Pampa Flores

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio
No conoce	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Escaso conocimiento	0.33	1.00	2.00	5.00	8.00
Poco conocimiento	0.20	0.50	1.00	3.00	7.00
Regular conocimiento	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Conocimiento amplio	0.11	0.14	0.14	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.48	16.50	27.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Tabla.78. Matriz de Normalización - Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. Pampa Flores

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio	Vector Priorización
No conoce	0.560	0.619	0.590	0.424	0.333	0.505
Escaso conocimiento	0.187	0.206	0.236	0.303	0.296	0.246
Poco conocimiento	0.112	0.103	0.118	0.182	0.259	0.155
Regular conocimiento	0.080	0.041	0.039	0.061	0.074	0.059
Conocimiento amplio	0.062	0.029	0.017	0.030	0.037	0.035
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						50.529
						24.565
						15.484
						5.905
						3.517

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

50.529
24.565
15.484
5.905
3.517

Cálculo de Relación de Consistencia

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.505	0.737	0.774	0.413	0.317	2.746
0.168	0.246	0.310	0.295	0.281	1.300
0.101	0.123	0.155	0.177	0.246	0.802
0.072	0.049	0.052	0.059	0.070	0.302
0.056	0.035	0.024	0.030	0.035	0.180

 λ_{\max}

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.435
	5.293
	5.180
	5.120
	5.125
SUMA	26.154
PROMEDIO	5.231
IC	0.058
RC	0.05

Capacitación en temas de gestion de riesgos por parte de sus autoridades:

Tabla.79. Matriz de comparación de pares - Capacitación en temas de gestion de riesgos por parte de sus autoridades. Pampa Flores

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año
Nunca	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
Cada 5 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Cada 3 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Cada 2 años	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Una (1) vez por año	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.97	3.84	8.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Tabla.80. Matriz de Normalización– Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades. Pampa Flores

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año	Vector Priorizacion
Nunca	0.508	0.520	0.575	0.452	0.348	0.481
Cada 5 años	0.254	0.260	0.230	0.323	0.304	0.274
Cada 3 años	0.102	0.130	0.115	0.129	0.217	0.139
Cada 2 años	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	0.067
Una (1) vez por año	0.064	0.037	0.023	0.032	0.043	0.040
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						48.055
						27.422
						13.862
						6.672
						3.988

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

48.055
27.422
13.862
6.672
3.988

Cálculo de Relación de Consistencia:

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.481	0.548	0.693	0.467	0.319	2.508
0.240	0.274	0.277	0.334	0.279	1.405
0.096	0.137	0.139	0.133	0.199	0.705
0.069	0.055	0.069	0.067	0.080	0.339
0.060	0.039	0.034	0.033	0.040	0.207

 λ_{\max}

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.219
	5.122
	5.084
	5.086
	5.178
SUMA	25.689
PROMEDIO	5.138
IC	0.034
RC	0.03

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo

Tabla.81. Matriz de comparación de pares– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.

Pampa Flores

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	No muestra interes	Muestra interes de vez en cuando	Actua si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar
No muestra interes	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Muestra interes de vez en cuando	0.33	1.00	2.00	4.00	5.00
Actua si hay incentivos	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Me gusta participar	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Siempre estoy atento para participar	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.89	7.83	14.33	21.00
1/SUMA	0.54	0.20	0.13	0.07	0.05

Tabla.82. Matriz de Normalización– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo. Pampa

Flores

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	No muestra interes	Muestra interes de vez en cuando	Actua si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar	Vector Priorizacion
No muestra interes	0.544	0.613	0.511	0.488	0.429	0.517
Muestra interes de vez en cuando	0.181	0.204	0.255	0.279	0.238	0.232
Actua si hay incentivos	0.136	0.102	0.128	0.140	0.143	0.130
Me gusta participar	0.078	0.051	0.064	0.070	0.143	0.081
Siempre estoy atento para participar	0.060	0.029	0.043	0.023	0.048	0.041
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						51.700
						23.166
						12.966
						8.106
						4.062

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia:

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.517	0.695	0.519	0.567	0.366	2.664
0.172	0.232	0.259	0.324	0.203	1.191
0.129	0.116	0.130	0.162	0.122	0.659
0.074	0.058	0.065	0.081	0.122	0.400
0.057	0.033	0.057	0.027	0.041	0.215

$\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
	5.152
	5.140
	5.080
	4.929
	5.291
SUMA	25.592
PROMEDIO	5.118
IC	0.030
RC	0.03

Dimensión económica

Se evaluaron los siguientes parámetros

Tabla.83. Elementos Expuestos para el Análisis de la Dimensión Económica. Pampa Flores

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Material predominante - pared	Ocupación principal (jefe de hogar)
	Material predominante - techo	Ingreso familiar promedio mensual
	Estado de conservación de la vivienda	Organización comunitaria

Exposición

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro:

Tabla.84. Matriz de comparación de pares – Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. Pampa Flores

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	D<40	40<=D<80m	80<=D<150m	150<=D<250	250<=D<300
D<40	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
40<=D<80m	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
80<=D<150m	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
150<=D<250	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
250<=D<300	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.75	8.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla.85. Matriz Normalización– Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. Pampa Flores

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	D<40	40<=D<80m	80<=D<150m	150<=D<250	250<=D<300	Vector Priorizacion
D<40	0.490	0.533	0.469	0.391	0.333	0.443
40<=D<80m	0.245	0.267	0.352	0.326	0.292	0.296
80<=D<150m	0.122	0.089	0.117	0.196	0.208	0.147
150<=D<250	0.082	0.067	0.039	0.065	0.125	0.076
250<=D<300	0.061	0.044	0.023	0.022	0.042	0.039
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						44.330
						29.618
						14.650
						7.552
						3.850

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia:

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.443	0.592	0.586	0.453	0.308	2.383
0.222	0.296	0.440	0.378	0.270	1.604
0.111	0.099	0.147	0.227	0.193	0.775
0.074	0.074	0.049	0.076	0.116	0.388
0.055	0.049	0.029	0.025	0.039	0.198

$\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.375
	5.417
	5.291
	5.135
	5.136
SUMA	26.354
PROMEDIO	5.271
IC	0.068
RC	0.06

Material de Pared predominante en pared

Tabla.86. Matriz de comparación de pares– Material predominante de pared. Pampa Flores

Material predominante - pared	Adobe	Caña	Ladrillo	madera	paja
Adobe	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Caña	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Ladrillo	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
madera	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
paja	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Tabla.87. Matriz de Normalización– Material predominante de pared. Pampa Flores

Material predominante - pared	Adobe	Caña	Ladrillo	madera	paja	Vector Priorizacion
Adobe	0.490	0.511	0.531	0.391	0.333	0.451
Caña	0.245	0.255	0.265	0.326	0.292	0.277
Ladrillo	0.122	0.128	0.133	0.196	0.208	0.157
madera	0.082	0.064	0.044	0.065	0.125	0.076
paja	0.061	0.043	0.027	0.022	0.042	0.039
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						45.121
						27.669
						15.737
						7.599
						3.875

PESO PONDERADO DE
LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia:

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.451	0.553	0.629	0.456	0.310	2.400
0.226	0.277	0.315	0.380	0.271	1.468
0.113	0.138	0.157	0.228	0.194	0.830
0.075	0.069	0.052	0.076	0.116	0.389
0.056	0.046	0.029	0.025	0.039	0.196

$\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.319
	5.306
	5.276
	5.120
	5.056
SUMA	26.077
PROMEDIO	5.215
IC	0.054
RC	0.05

Material predominante en techo

Tabla.88. Matriz de comparación de pares– Material predominante en techo. Pampa Flores

Material predominante - techo	Planchas de calamina	tejas	paja	plastico	Losa de concreto
Planchas de calamina	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
tejas	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
paja	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
plastico	0.14	0.25	0.33	1.00	4.00
Losa de concreto	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	2.00	3.89	7.53	15.25	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Tabla.89. Matriz de Normalización– Material predominante en techo. Pampa Flores

Material predominante - techo	Planchas de calamina	tejas	paja	plastico	Losa de concreto	Vector Priorizacion
Planchas de calamina	0.499	0.514	0.531	0.459	0.346	0.470
tejas	0.250	0.257	0.265	0.262	0.269	0.261
paja	0.125	0.128	0.133	0.197	0.192	0.155
plastico	0.071	0.064	0.044	0.066	0.154	0.080
Losa de concreto	0.055	0.037	0.027	0.016	0.038	0.035
SUMA						1.000
						Porcentaje (%)
						46.978
						26.068
						15.499
						7.984
						3.471

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia:

Resultados de la operación de matrices						Vector Suma Ponderada
0.470	0.521	0.620	0.559	0.312		2.482
0.235	0.261	0.310	0.319	0.243		1.368
0.117	0.130	0.155	0.240	0.174		0.816
0.067	0.065	0.052	0.080	0.139		0.403
0.052	0.037	0.029	0.020	0.035		0.173

$\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.284
	5.247
	5.264
	5.043
	4.996
SUMA	25.834
PROMEDIO	5.167
IC	0.042
RC	0.04

Estado de Conservación de la vivienda

Tabla.90. Matriz de comparación de pares– Estado de conservación de la vivienda. Pampa Flores

Estado de conservación de la vivienda	Deteriodado	En proceso de deterioro	Con refacciones	Regular estado	Buen Estado
Deteriodado	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
En proceso de deterioro	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Con refacciones	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Regular estado	0.17	0.25	0.33	1.00	2.00
Buen Estado	0.13	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.75	8.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.06	0.04

Tabla.91. Matriz de Normalización – Estado de conservación de la vivienda. Pampa Flores

Estado de conservación de la vivienda	Deteriodado	En proceso de deterioro	Con refacciones	Regular estado	Buen Estado	Vector Priorizacion
Deteriodado	0.490	0.533	0.469	0.387	0.348	0.445
En proceso de deterioro	0.245	0.267	0.352	0.323	0.304	0.298
Con refacciones	0.122	0.089	0.117	0.194	0.217	0.148
Regular estado	0.082	0.067	0.039	0.065	0.087	0.068
Buen Estado	0.061	0.044	0.023	0.032	0.043	0.041
SUMA						1.00
						Porcentaje (%)
						44.536
						29.801
						14.789
						6.777
						4.097

**PESO PONDERADO DE
LOS PARAMETROS**

Cálculo de Relación de Consistencia:

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.445	0.596	0.592	0.407	0.328	2.367
0.223	0.298	0.444	0.339	0.287	1.590
0.111	0.099	0.148	0.203	0.205	0.767
0.074	0.075	0.049	0.068	0.082	0.348
0.056	0.050	0.029	0.034	0.041	0.209

$\lambda_{\text{máx}}$

Vector Suma Ponderado / Vector Priorizacion	
	5.315
	5.335
	5.184
	5.131
	5.113
SUMA	26.080
PROMEDIO	5.216
IC	0.054
RC	0.05

Resumen del análisis de vulnerabilidad para el centro poblado pampa flores

Tabla.92. Resultados de pesos ponderados del análisis de vulnerabilidad para el C.P Pampa Flores.

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
SOCIAL	0.6	EXPOSICIÓN SOCIAL	0.539	Número de personas por vivienda	1.000	Mas de 5 personas	0.428
						De 3 a 5 personas	0.258
						De 1 a 3 personas	0.170
						Persona sola	0.097
						Deshabitado	0.047
		FRAGILIDAD SOCIAL	0.297	Grupo etáreo	1.000	0 a 5 años y mayor a 65 años	0.485
						De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.270
						De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.136
						De 16 a 30 años	0.074
						De 31 a 50 años	0.036
		RESILIENCIA SOCIAL	0.164	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	0.539	No conoce	0.505
						Escaso conocimiento	0.246
						Poco conocimiento	0.155
						Regular conocimiento	0.059
				Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	0.297	Conocimiento amplio	0.035
						Nunca	0.481
						Cada 5 años	0.274
Cada 3 años	0.139						
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	0.164			Cada 2 años	0.067		
				Una (1) vez por año	0.040		
				No muestra interes	0.517		
				Muestra interes de vez en cuando	0.232		
		Actua si hay incentivos	0.130				
		Me gusta participar	0.081				
		Siempre estoy atento para participar	0.041				
ECONÓMICA	0.4	EXPOSICIÓN ECONÓMICA	0.648	Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	1.000	D<40	0.443
						40<=D<80m	0.296
						80<=D<150m	0.147
						150<=D<250	0.076
						250<=D<300	0.039
		FRAGILIDAD ECONÓMICA	0.230	Material predominante - pared	0.539	Adobe	0.451
						Caña	0.277
						Ladrillo	0.157
						madera	0.076
				Material predominante - techo	0.297	paja	0.039
						Planchas de calamina	0.470
						tejas	0.261
						paja	0.155
						plastico	0.080
				Estado de conservación de la vivienda	0.164	Losa de concreto	0.035
						Deteriodado	0.445
						En proceso de deterioro	0.298
						Con refacciones	0.148
				Regular estado	0.068		
				Buen Estado	0.041		
		RESILIENCIA ECONÓMICA	0.122	Ocupación principal (jefe de hogar)	0.539	Trabajador familiar no remunerado	0.503
						trabajador independiente	0.260
						Agricultor	0.134
						obrero o peón	0.068
						agricultor	0.035
				Ingreso familiar promedio mensual	0.297	Menor a 300	0.440
						De 300 a 500	0.274
						De 500 a 800	0.147
De 800 a 1000	0.091						
Mayor a 1000	0.048						
Organización comunitaria	0.164			No le interesa	0.465		
				Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.238		
				Conoce las rutas de evacuación	0.171		
				Tiene brigadas de emergencia	0.083		
				Tiene brigadas de emergencia y participa	0.043		

Niveles de vulnerabilidad para el centro poblado Pampa Flores

Tabla.93. Niveles de Vulnerabilidad para el Centro Poblado Pampa Flores

Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0.271	$\leq v <$	0.454
Vulnerabilidad Alta	0.153	$\leq v <$	0.271
Vulnerabilidad Media	0.081	$\leq v <$	0.153
Vulnerabilidad Baja	0.041	$\leq v <$	0.081

Tabla.94. Estratificación del nivel de vulnerabilidad para el centro poblado pampa flores

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Número de personas por vivienda Superior a 5 personas ; Grupo etáreo predominante de 0 a 5 años y mayores de 65 años ; no conocen sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades y que si les interesaría participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificaciones se encuentran e cernanía de la vivienda a la zona de peligro a menos de 40 metros, donde el adove es material predominante de la paredes y el material predomienante de techo es planchas de calamina o eternit el estado de conservación de la vivienda en para este nivel es deteriorado . Ocupación principal del jefe del hogar trabajador independiente donde su Ingreso promedio mensual es menor al sueldo mínimo. y como organización comunitaria le interesaría participar en las brigadas de emergencia.	$0.271 \leq V < 0.454$
VULNERABILIDAD ALTA	Número de personas vivienda de 3 a 5 personas; con un grupo etáreo predominante de 6 a 12 años y de 61 a 65 años , además de escaso conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades; y que muestra poco interes por participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificaciones se encuentran en cernanía de la vivienda a la zona de peligro de 40 a 80 metros, donde el adove y la caña es material predominante de la paredes y el Material predomienante de techo es calamina o eternit y tejas , además del estado de conservación de la vivienda para este nivel es en proceso de deterioro . Ocupación principal del jefe del hogar es agricultor o trabajador independiente donde su Ingreso promedio mensual es de entre 300 a 500 mensual. y como organización comunitaria le interesa participar en las brigadas de emergencia.	$0.153 \leq V < 0.271$
VULNERABILIDAD MEDIA	Número de personas por vivienda de 1 a 3 personas; con un grupo etáreo predominante de 13 a 15 años y de 51 a 60 años , además de amplio conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades; y que si les interesaría participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificaciones se encuentran e cernanía de la vivienda a la zona de peligro de 80 a 150 metros, donde el adove y la caña es material predominante de la paredes y el Material predomienante de techo es tejas además del estado de conservación de la vivienda en para este nivel esta en buen estado . Ocupación principal del jefe del hogar es agricultor o trabajador independiente donde su Ingreso promedio mensual es de entre 500 a 800 mensual. y como organización comunitaria le interesa participar en las brigadas de emergencia.	$0.081 \leq V < 0.153$
VULNERABILIDAD BAJA	Edificaciones con cercanía a la zona de peligro de entre 150 y 300 metros sus edificaciones son con material predominante de pared el ladrillo, material predominante en techo es teja finalmente el estado de conservacion de las viviendas es buen estado	$0.041 \leq V < 0.081$

Nivel de riesgo del C.P. Pampa Flores

Para determinar el nivel de riesgo se hizo uso del método simplificado- Matriz de riesgo, el mismo que permite determinar el nivel de riesgo teniendo ya evaluado tanto de la peligrosidad como de la vulnerabilidad.

Tabla.95. Matriz de riesgo del CP Pampa Flores.

Peligrosidad	Muy alto	0.539	0.044	0.082	0.146	0.245
	Alto	0.341	0.028	0.052	0.092	0.155
	Medio	0.246	0.020	0.038	0.067	0.112
	Bajo	0.202	0.016	0.031	0.055	0.092
			0.081	0.153	0.271	0.454
			Bajo	Medio	Alto	Muy alto
			Vulnerabilidad			

Tabla.96. Niveles de Riesgo del CP. Pampa Flores.

Nivel del Riesgo	Rango
Riesgo Muy alto	$0.092 \leq R < 0.245$
Riesgo Alto	$0.038 \leq R < 0.092$
Riesgo Medio	$0.016 \leq R < 0.038$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.016$

Estratificación del nivel de riesgo para el centro poblado pampa flores del distrito de buenos aires

Tabla.97. Estratificación del nivel de riesgo del CC PP Pampa Flores

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Caudal superior a 500 m ³ /seg, superior a su normal climático., pendiente muy alta superior a 55% cuya condición de terreno es propensa a procesos denudacionales severos (erosiones u deslizamientos), con Geología o composición de suelo de gravas, arenas limos a veces conglomerados, presenta llanura o planicie inundable. Número de personas por vivienda Superior a 5 personas; Grupo etáreo predominante de 0 a 5 años y mayores de 65 años; no conocen sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riesgo por parte de sus autoridades y que si les interesaría participar en campañas de prevención de riesgos; sus edificaciones se encuentran en cercanía de la vivienda a la zona de peligro a menos de 40 metros, donde el adobe es material predominante de la paredes y el material predominante de techo es planchas de calamina o eternit el estado de conservación de la vivienda en para este nivel es deteriorado. Ocupación principal del jefe del hogar trabajador independiente donde su Ingreso promedio mensual es menor al sueldo mínimo. y como organización comunitaria le interesaría participar en las brigadas de emergencia.	$0.092 \leq R < 0.245$
RIESGO ALTO	Caudal entre (400-500 m ³ /seg), con pendiente alta de entre (16- 55%) cuya condición de terreno es peligro extremo por erosión, con Geología o composición de suelo de conglomerado, arenay limo, presenta una geomorfología Montañosa en roca metamorfa. Número de personas vivienda de 3 a 5 personas; con un grupo etáreo predominante de 6 a 12 años y de 61 a 65 años, además de escaso conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riesgo por parte de sus autoridades; y que muestra poco interes por participar en campañas de prevención de riesgos; sus edificaciones se encuentran en cercanía de la vivienda a la zona de peligro de 40 a 80 metros, donde el adobe y la caña es material predominante de la paredes y el Material predominante de techo es calamina o eternit y tejas, además del estado de conservación de la vivienda para este nivel es en proceso de deterioro. Ocupación principal del jefe del hogar es agricultor o trabajador independiente donde su Ingreso promedio mensual es de entre 300 a 500 mensual. y como organización comunitaria le interesa participar en las brigadas de emergencia.	$0.038 \leq R < 0.092$
RIESGO MEDIO	Caudal entre (300-400 m ³ /seg), con pendiente moderada de entre (8- 16%) es decir presencia de deslizamientos de suelo ocasionales, con Geología o composición de suelo de granito de paltashaco, presenta una geomorfología con clasificación de colina y lomada de roca intrusiva. Número de personas por vivienda de 1 a 3 personas; con un grupo etáreo predominante de 13 a 15 años y de 51 a 60 años, además de amplio conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riesgo por parte de sus autoridades; y que si les interesaría participar en campañas de prevención de riesgos; sus edificaciones se encuentran en cercanía de la vivienda a la zona de peligro de 80 a 150 metros, donde el adobe y la caña es material predominante de la paredes y el Material predominante de techo es tejas además del estado de conservación de la vivienda en para este nivel esta en buen estado. Ocupación principal del jefe del hogar es agricultor o trabajador independiente donde su Ingreso promedio mensual es de entre 500 a 800 mensual. y como organización comunitaria le interesa participar en las brigadas de emergencia.	$0.016 \leq R < 0.038$
RIESGO BAJO	Caudal menor a 300 m ³ /seg, con pendiente baja de (4- 8%) con peligro a erosión Y con geología o composición de suelo Cuarcitas grises en estados masivos, presenta una geomorfología de colina y lomada en roca sedimentaria. Edificaciones con cercanía a la zona de peligro de entre 150 y 300 metros sus edificaciones son con material predominante de pared el ladrillo, material predominante en techo es teja finalmente el estado de conservación de las viviendas es buen estado	$0.001 \leq R < 0.016$

Nivel de peligro del CP. Ingenio

Identificación del peligro:

Una inundación se genera por las lluvias intensas que producen máximas avenidas, ocasionando que el volumen máximo de transporte del río sea superado haciendo que su cauce se desborde e inunde terrenos circundantes. En nuestro caso para el centro poblado INGENIO del distrito de Buenos Aires Morropón según el modelado para un periodo de retorno de 5,10,25,50,100.200 Y 500 se evidencia inundaciones, las mismas que de acuerdo a este estudio es una inundación Fluvial, es importante mencionar que debido a la presencia de una quebrada ubicada en el mismo centro poblado se produciría también una inundación pluvial, la misma que en esta tesis no se ha enfocado.

Parámetros de Evaluación

Para nuestro análisis se ha identificado que el parámetro de evaluación es el Periodo de retorno, el mismo que me va permitir obtener diferentes caudales los se han considerado determinantes en los procesos de inundación generados en los sembríos los cuales son el sustento principal para este pueblo, así como también en el pueblo mismo.

Los periodos de retorno a usar son desde los primeros 25 años ya que según el modelado en el software Iber la inundación se hace más pronunciada desde este periodo de retorno.

Tabla.98. Matriz de Comparación de Pares– Tiempo de retorno C.P Ingenio

Tiempo de retorno	200 años	100 años	50 años	25 años
200 años	1.00	3.00	5.00	7.00
100 años	0.33	1.00	3.00	5.00
50 años	0.20	0.33	1.00	3.00
25 años	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Tabla.99. Matriz de Normalización de pares. Tiempo de retorno C.P Ingenio

Tiempo de retorno	200 años	100 años	50 años	25 años	Vector priorización	
200 años	0.60	0.66	0.54	0.44	0.558	55.79%
100 años	0.20	0.22	0.32	0.31	0.263	26.33%
50 años	0.12	0.07	0.11	0.19	0.122	12.19%
25 años	0.09	0.04	0.04	0.06	0.057	5.69%
					1.00	100.00%

Cálculo de la Relación de consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA		Vector priorización		λ max
2.356	÷	0.558	=	4.222
1.099		0.263		4.175
0.492		0.122		4.036
0.230		0.057		4.041

λ max=	4.118466	→	(RC<0.1),
IC=	0.039		
RC=	0.045		

Análisis del Nivel de Peligro

Ponderación de parámetros

Realizando la ponderación para los parámetros seleccionados a evaluar como factores condicionantes en la zona de estudio los mismos que son; pendiente, geología y geomorfología.

Tabla.100. Matriz de comparación de pares para los Factores Condicionantes. C.P Ingenio

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	2.00	4.00
Geomorfología	0.500	1.00	3.00
Geología	0.250	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Tabla.101. Matriz de normalización del Factor condicionante. Elaboración propia.

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector priorización	
Pendiente	0.57	0.60	0.50	0.557	55.7%
Geomorfología	0.29	0.30	0.38	0.320	32.0%
Geología	0.14	0.10	0.13	0.123	12.3%
				1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA		Vector priorización	=	λ max
1.688	\div	0.557		3.030
0.967		0.320		3.019
0.369		0.123		3.006

λ max=	3.018325
IC=	0.009
RC=	0.017

→ **(RC<0.1),**

Matriz de ponderación para cada factor condicionante:

Pendiente

Tabla.102. Matriz de comparación de pares – Pendiente. C.P Ingenio

Pendiente	0-4%	4-8%	8-16%	16-55%	>55%
Muy baja (0-4%)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Baja (4-8%)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Moderada (8-16%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alta (16-55%)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alta (>55%)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla.103. Matriz de normalización- Pendiente. C.P Ingenio

Pendiente	0-4%	4-8%	8-16%	16-55%	>55%	Vector priorización	%
Muy baja (0-4%)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28%
Baja (4-8%)	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02%
Moderada (8-16%)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44%
Alta (16-55%)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78%
Muy alta (>55%)	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48%
						1.00	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA		VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
2.743	\div	0.503		5.455
1.414		0.260		5.432
0.699		0.134		5.204
0.341		0.068		5.030
0.177		0.035		5.093

λ max=	5.242607
IC=	0.061
RC=	0.054

→ **(RC<0.1),**

Geología

Tabla.104. Matriz de comparación de pares – Geología. C.P Ingenio

Geología	Llanura o planicie inundable	Terraza aluvial	Colina y lomada en roca sedimentaria	Monte Isla
Llanura o planicie inundable	1.00	2.00	5.00	5.00
Terraza aluvial	0.50	1.00	3.00	5.00
Colina y lomada en roca sedimentaria	0.20	0.33	1.00	3.00
Monte Isla	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.90	3.53	9.33	14.00
1/SUMA	0.53	0.28	0.11	0.07

Tabla.105. Matriz de normalización- Geología. C.P Ingenio

Geología	Llanura o planicie inundable	Terraza aluvial	Colina y lomada en roca sedimentaria	Vector priorización	%
Llanura o planicie inundable	0.53	0.57	0.54	0.543	54.27
Terraza aluvial	0.26	0.28	0.32	0.289	28.92
Colina y lomada en roca sedimentaria	0.11	0.09	0.11	0.102	10.22
Monte Isla	0.11	0.06	0.04	0.066	6.59
				1.00	100.00

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA		VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
1.962	÷	0.543		3.615
1.197		0.289		4.138
0.505		0.102		4.937
0.266		0.066		4.044

RELACION DE CONSISTENCIA	λ max=	4.183160
	IC=	0.061
	RC=	0.069

→ **(RC < 0.1)**

Geomorfología:

Tabla.106. Matriz de comparación de pares – Geomorfología. C.P Ingenio

Geomorfología	Depositos fluviales recientes	Deposito aluvial	Grupo Goyllarisquizga	Formación río seco
Depositos fluviales recientes	1.00	3.00	5.00	5.00
Deposito aluvial	0.33	1.00	3.00	5.00
Grupo Goyllarisquizga	0.20	0.33	1.00	1.00
Formación río seco	0.20	0.20	1.00	1.00
SUMA	1.73	4.53	10.00	12.00
1/SUMA	0.58	0.22	0.10	0.08

Tabla.107. Matriz de normalización- Geomorfología. C.P Ingenio

Geomorfología	Depositos fluviales recientes	Deposito aluvial	Grupo Goyllarisquiza	Formación río seco	Vector priorización	
Depositos fluviales recientes	0.58	0.66	0.50	0.42	0.539	53.88%
Deposito aluvial	0.19	0.22	0.30	0.42	0.282	28.24%
Grupo Goyllarisquiza	0.12	0.07	0.10	0.08	0.093	9.31%
Formación río seco	0.12	0.04	0.10	0.08	0.086	8.57%
					1.00	100.00%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA		VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
2.280	÷	0.539	=	4.231
1.170		0.282		4.142
0.381		0.093		4.090
0.343		0.086		4.002

RELACION DE CONSISTENCIA	λ max=	4.154605
	IC=	0.052
	RC=	0.058

→ **(RC<0.1)**

Matriz de ponderación para factor desencadenante

El factor que se ha determinado como desencadenante del peligro identificado son los caudales generados por las máximas avenidas.

Tabla.108. Matriz de comparación de pares –Caudal. C.P Ingenio

CAUDAL	>700 m3/s	Entre (600-700 m3/s)	Entre (500-600 m3/s)	<500 m3/s
>700 m3/s	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre (600-700 m3/s)	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre (500-600 m3/s)	0.20	0.33	1.00	3.00
<500 m3/s	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Tabla.109. Matriz de normalización- Caudal. C.P Ingenio

CAUDAL	>700 m3/s	Entre (600-700 m3/s)	Entre (500-600 m3/s)	<500 m3/s	Vector priorización	
>700 m3/s	0.60	0.66	0.54	0.44	0.558	55.79%
Entre (600-700 m3/s)	0.20	0.22	0.32	0.31	0.263	26.33%
Entre (500-600 m3/s)	0.12	0.07	0.11	0.19	0.122	12.19%
<500 m3/s	0.09	0.04	0.04	0.06	0.057	5.69%
					1.00	100.00%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERAD	\div	Vector priorización	=	λ max
2.356		0.558		4.222
1.099		0.263		4.175
0.492		0.122		4.036
0.230		0.057		4.041

λ max=	4.118466	\longrightarrow	(RC<0.1),
IC=	0.039		
RC=	0.045		

Tabla.110. Resultados de pesos ponderados del análisis de vulnerabilidad para el C.P Ingenio

		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR		Ppar x Pdesc
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO	
SUCEPTIBILIDAD DE MOVIMIENTOS EN MASA	90%	Condicionante	80%	Pendiente	0.557	Muy baja (0-4%)	0.503	0.280
						Baja (4-8%)	0.260	0.145
						Moderada (8-16%)	0.134	0.075
						Alta (16-55%)	0.068	0.038
						Muy alta (>55%)	0.035	0.019
				Geomorfología	0.320	Llanura o planicie inundable	0.543	0.174
						Terraza aluvial	0.289	0.093
						Colina y lomada en roca sedimentaria	0.102	0.033
						Monte Isla	0.066	0.021
						Geología	0.123	Depositos fluviales recientes
		Deposito aluvial	0.282	0.035				
		Grupo Goyllarisquizga	0.093	0.011				
		Formación río seco	0.086	0.011				
		Desencadenante	20%	caudal	1.000	>700 m3/s	0.558	0.558
Entre (600-700 m3/s)	0.263					0.263		
Entre (500-600 m3/s)	0.122					0.122		
<500 m3/s	0.057					0.057		
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	10%					Tiempo de retorno	1.000	200 años
		100 años	0.263	0.263				
		50 años	0.122	0.122				
		25 años	0.057	0.057				

Determinación de niveles de peligrosidad para el centro poblado Ingenio del distrito de Buenos Aires

Tabla.111. Cálculo para determinar el nivel de peligrosidad para el CC PP Ingenio

	CONDICIONANTE			DECENCADENANTE			SUSCEPTIBILIDAD		PÁRAMETRO DE EVALUACIÓN		PELIGROSIDAD	RANGO	NIVEL
	\sum Ppar X Pdesc	Peso con	Valor con	\sum Pdes x Pdesc	Peso des	Valor des	Valor suscs	Peso susc	Valor par-eval	Peso par-eval			
1	0.520		0.416	0.558		0.112	0.528		0.558		0.531	0.352 - 0.531	Muy alto
2	0.272		0.218	0.558		0.112	0.329		0.558		0.352	0.242 - 0.352	Alto
3	0.119	80%	0.095	0.558	20%	0.112	0.207	90%	0.558	10%	0.242	0.206 - 0.242	Medio
4	0.069		0.055	0.558		0.112	0.167		0.558		0.206	0.170 - 0.206	BaJo
5	0.019		0.016	0.558		0.112	0.127		0.558		0.170		

Tabla.112. Niveles de peligrosidad para el C.P Ingenio

Nivel de Peligro	Rango
Peligro Muy Alto	0.352 ≤P≤ 0.531
Peligro Alto	0.242 ≤P < 0.352
Peligro Medio	0.206 ≤P < 0.242
Peligro Bajo	0.170 ≤P < 0.206

Estratificación del nivel de peligro para el centro poblado Ingenio del distrito de Buenos Aires

Tabla.113. Estratificación del Nivel de Peligro para el Centro Poblado Ingenio

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	este peligro se ve latente con la presencia de una Caudal superior a 700 m3/seg, zonas con pendiente muy bajas de entre (0-4 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es llanura o planicie inundable , con geología del tipo depositos fluviales recientes los cuakes estan constituidos por sedimentos que se acumulan a partir de la actividad de los ríos y los procesos por gravedad asociados.	0.352 ≤P < 0.531
Peligro alto	Con la presencia de un caudal de entre (600-700) m3/seg, zonas con pendiente bajas de entre (4-8 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es terraza aluvial , con composicion geológica - depósitos aluviales es decir suelos que se han desarrollado con el paso del tiempo como resultado de los sedimentos depositados por las inundaciones periódicas de arroyos o quebradas.	0.242 ≤P < 0.352
Peligro medio	Con la presencia de un caudal de entre (500-600) m3/seg, zonas con pendiente moderada de entre (8-16 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es colina y lomada en roca sedimentaria , con composicion geológica de suelo formado por el grupo Goylarisquizga es decir areniscas cuarzosas de colores blancos con tonos rojizos debido al interperizmo	0.206 ≤P < 0.242
Peligro bajo	Con la presencia de caudales menores a 500 m3/seg, zonas con pendiente muy altas de entre (16 a mayores de 55 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es monte Isla , donde la geología de suelo es por la formación río seco	0.170 ≤P < 0.206

Nivel de vulnerabilidad del CP. Ingenio

Análisis de los factores en función de las dimensión social y económica

Dimensión social

Tabla.114. Matriz de comparación de pares – Dimensión social CP Ingenio

SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resilencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	3.00
Resilencia	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla.115. Matriz de Normalización- Dimensión social CP ingenio.

SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resilencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad	0.217	0.231	0.333	0.260
Resilencia	0.130	0.077	0.111	0.106

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Porcentaje (%)
63.335
26.050
10.616

Cálculo de Relación de Consistencia

VECTOR SUMA PONDERADA		VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
1.946	\div	0.633		3.072
0.790		0.260		3.033
0.320		0.106		3.011

RELACION DE CONSISTENC	λ max=	3.039
	IC=	0.019
	RC=	0.037

→ **(RC < 0.1),**

Dimensión económica:

Tabla.116. Matriz de comparación de pares – Dimensión Económica CP Ingenio

ECONÓMICO	Exposición	Fragilidad	Resilencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	3.00
Resilencia	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla.117. Matriz de Normalización- Dimensión social CP Ingenio.

ECONÓMICO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorizacion
Exposición	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia	0.130	0.077	0.111	0.106

↓

Porcentaje (%)
63.335
26.050
10.616

← PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS

Cálculo de Relación de Consistencia

<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>VECTOR SUMA PONDERADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.946</td></tr> <tr><td>0.790</td></tr> <tr><td>0.320</td></tr> </tbody> </table>	VECTOR SUMA PONDERADA	1.946	0.790	0.320	÷	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>VECTOR PRIORIZACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.633</td></tr> <tr><td>0.260</td></tr> <tr><td>0.106</td></tr> </tbody> </table>	VECTOR PRIORIZACIÓN	0.633	0.260	0.106	=	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>λ max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.072</td></tr> <tr><td>3.033</td></tr> <tr><td>3.011</td></tr> </tbody> </table>	λ max	3.072	3.033	3.011
VECTOR SUMA PONDERADA																
1.946																
0.790																
0.320																
VECTOR PRIORIZACIÓN																
0.633																
0.260																
0.106																
λ max																
3.072																
3.033																
3.011																

<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>RELACION DE CONSISTENC</th> <th>λ max=</th> <th>3.038715</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <th>IC=</th> <td>0.019</td> </tr> <tr> <td></td> <th>RC=</th> <td>0.037</td> </tr> </tbody> </table>	RELACION DE CONSISTENC	λ max=	3.038715		IC=	0.019		RC=	0.037	→	(RC < 0.1),
RELACION DE CONSISTENC	λ max=	3.038715									
	IC=	0.019									
	RC=	0.037									

Análisis de los elementos expuestos

Dimensión social

Se evaluaron los siguientes parámetros

Tabla.118. Elementos Expuestos CP. Ingenio

EXPOSICIÓN	FRAGILIDA	RESILIENCIA
Número de Personas por vivienda	grupo étnico	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad
		Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades
		Interés de participar en campañas de prevención del riesgo

Exposición social

Número de viviendas por persona

Tabla.119. Matriz de comparación de pares– Número de personas por viviendas. C.P Ingenio

Número de personas por vivienda	Mas de 5 personas	De 3 a 5 personas	De 1 a 3 personas	Persona sola	Deshabitado
Mas de 5 personas	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
De 3 a 5 personas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 1 a 3 personas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Persona sola	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Deshabitado	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.33	19.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Tabla.120. Matriz de Normalización de elementos expuestos– Número de personas por viviendas. C.P Ingenio

Número de personas por vivienda	Mas de 5 personas	De 3 a 5 personas	De 1 a 3 personas	Persona sola	Deshabitado	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Mas de 5 personas	0.460	0.496	0.439	0.441	0.368	0.441	44.08%
De 3 a 5 personas	0.230	0.248	0.293	0.265	0.263	0.260	25.96%
De 1 a 3 personas	0.153	0.124	0.146	0.176	0.158	0.152	15.16%
Persona sola	0.092	0.083	0.073	0.088	0.158	0.099	9.88%
Deshabitado	0.066	0.050	0.049	0.029	0.053	0.049	4.92%
						1.000	100.00%

Cálculo de Relación de Consistencia

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
2.253		0.441		5.111
1.326		0.260		5.105
0.774		0.152		5.103
0.497		0.099		5.031
0.248		0.049		5.031

RELACION DE CONSISTENCIA	λ max=	5.076
	IC=	0.019
	RC=	0.017

→ **(RC<0.1)**

Fragilidad social

Grupo Etéreo

Tabla.121. Matriz de comparación de pares– Grupo Etéreo. C.P Ingenio

Grupo etéreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años
0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	3.00	5.00	7.00	7.00
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.33	1.00	3.00	5.00	3.00
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.20	0.33	1.00	5.00	3.00
De 16 a 30 años	0.14	0.20	0.20	1.00	0.33
De 31 a 50 años	0.14	0.14	0.33	3.00	1.00
SUMA	1.82	4.68	9.53	21.00	14.33
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.05	0.07

Tabla.122. Matriz de Normalización– Número de personas por viviendas. C.P Ingenio

Grupo etéreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
0 a 5 años y mayor a 65 años	0.550	0.642	0.524	0.333	0.488	0.507	50.75%
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.183	0.214	0.315	0.238	0.209	0.232	23.18%
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.110	0.071	0.105	0.238	0.209	0.147	14.67%
De 16 a 30 años	0.079	0.043	0.021	0.048	0.023	0.043	4.26%
De 31 a 50 años	0.079	0.031	0.035	0.143	0.070	0.071	7.13%
						1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia

Vector Suma Ponderada	λ max
2.734	5.388
1.268	5.471
0.753	5.130
0.215	5.034
0.354	4.959
	5.196

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.049
n	5
IA	1.115
RC	0.044

Correcto

Resiliencia social

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad:

Tabla.123. Matriz de comparación de pares – Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. C.P Ingenio

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio
No conoce	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Escaso conocimiento	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Poco conocimiento	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Regular conocimiento	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Conocimiento amplio	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.06	3.92	7.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla.124. Matriz de Normalización– Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad. C.P Ingenio

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
No conoce	0.486	0.511	0.516	0.444	0.350	0.461	46%
Escaso conocimiento	0.243	0.255	0.258	0.296	0.300	0.270	27%
Poco conocimiento	0.121	0.128	0.129	0.148	0.200	0.145	15%
Regular conocimiento	0.081	0.064	0.065	0.074	0.100	0.077	8%
Conocimiento amplio	0.069	0.043	0.032	0.037	0.050	0.046	5%
						1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia

Vector Suma Ponderada	λ max
2.367	5.131
1.376	5.086
0.734	5.054
0.386	5.038
0.232	5.014
	5.065

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.016
n	5
IA	1.115
RC	0.015

Correcto

Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades

Tabla.125. Matriz de comparación de pares– Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades. C.P Ingenio

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año
Nunca	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Cada 5 años	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Cada 3 años	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Cada 2 años	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Una (1) vez por año	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.06	3.92	7.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla.126. Matriz de Normalización– Capacitación en temas de gestión de riesgos por parte de sus autoridades. C.P Ingenio

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Nunca	0.486	0.511	0.516	0.444	0.350	0.461	46%
Cada 5 años	0.243	0.255	0.258	0.296	0.300	0.270	27%
Cada 3 años	0.121	0.128	0.129	0.148	0.200	0.145	15%
Cada 2 años	0.081	0.064	0.065	0.074	0.100	0.077	8%
Una (1) vez por año	0.069	0.043	0.032	0.037	0.050	0.046	5%
						1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

Vector Suma Ponderada	λ max
2.367	5.131
1.376	5.086
0.734	5.054
0.386	5.038
0.232	5.014
	5.065

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.016
n	5
IA	1.115
RC	0.015

Correcto

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo

Tabla.127. Matriz de comparación de pares– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.

C.P Ingenio

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	No muestra interes	Muestra interes de vez en cuando	Actua si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar
No muestra interes	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Muestra interes de vez en cuando	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Actua si hay incentivos	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Me gusta participar	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Siempre estoy atento para participar	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.03	6.83	11.50	20.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.05

Tabla.128. Matriz de Normalización– Interés de participar en campañas de prevención del riesgo. C.P

Ingenio

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	No muestra interes	Muestra interes de vez en cuando	Actua si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar	Vector Priorizacion	
No muestra interes	0.466	0.496	0.439	0.435	0.450	0.457	45.72%
Muestra interes de vez en cuando	0.233	0.248	0.293	0.261	0.250	0.257	25.69%
Actua si hay incentivos	0.155	0.124	0.146	0.174	0.150	0.150	14.99%
Me gusta participar	0.093	0.083	0.073	0.087	0.100	0.087	8.72%
Siempre estoy atento para participar	0.052	0.050	0.049	0.043	0.050	0.049	4.87%
						1.000	100.00%

Cálculo de Relación de Consistencia:

Vector Suma Ponderada	λ max
2.295	5.021
1.291	5.023
0.751	5.012
0.437	5.008
0.244	5.017
	5.016

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.004
n	5
IA	1.115
RC	0.004

Dimensión económica

Se evaluaron los siguientes parámetros

Tabla.129. Elementos Expuestos para el Análisis de la Dimensión Económica

EXPOSICIÓN	FRAGILIDA	RESILIENCIA
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Material predominante - pared	Ocupación principal (jefe de hogar)
	Material predominante - techo	Cuenta con obras de mitigación
	Material predominante en piso	Organización comunitaria

Exposición

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro

Tabla.130. Matriz de comparación de pares– Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. C.P

Ingenio

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	D<300	300<=D<600	600<=D<800	800<=D<1000	1000<=D
D<300	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
300<=D<600	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
600<=D<800	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
800<=D<1000	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
1000<=D	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla.131. Matriz Normalización– Cercanía de la vivienda a la zona de peligro. C.P Ingenio

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	D<300	300<=D<600	600<=D<800	800<=D<1000	1000<=D	Vector Priorización	
D<300	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497	49.66%
300<=D<600	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262	26.23%
600<=D<800	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136	13.58%
800<=D<1000	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069	6.87%
1000<=D	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037	3.66%
						1.000	100.00%

Cálculo de Relación de Consistencia:

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	VECTOR PRIORIZACIÓN	=	λ max
2.7361		0.497		5.509
1.4348		0.262		5.471
0.7116		0.136		5.238
0.3471		0.069		5.056
0.1862		0.037		5.087

RELACION DE CONSISTENCIA	λ max=	5.319
	IC=	0.080
	RC=	0.071

(RC<0.1)

Material de Pared predominante

Tabla.132. Matriz de comparación de pares– Material predominante de pared. C.P Ingenio

Material predominante - pared	Adobe o tapia	Ladrillo o bloque de cemento	Quincha(caña con barro)	Madera(pona, tornillo, etc)
Adobe o tapia	1.00	3.00	1.00	1.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.33	1.00	0.33	0.33
Quincha(caña con barro)	1.00	3.00	1.00	1.00
Madera(pona, tornillo, etc)	1.00	1.00	1.00	1.00
SUMA	3.33	8.00	3.33	3.33
1/SUMA	0.30	0.13	0.30	0.30

Tabla.133. Matriz de Normalización– Material predominante de pared. C.P Ingenio

Material predominante - pared	Adobe o tapia	Ladrillo o bloque de cemento	Quincha(caña con barro)	Madera(pona, tornillo, etc)	Vector Priorizacion	
Adobe o tapia	0.300	0.375	0.300	0.300	0.319	31.88%
Ladrillo o bloque de cemento	0.100	0.125	0.100	0.100	0.106	10.63%
Quincha(caña con barro)	0.300	0.375	0.300	0.300	0.319	31.88%
Madera(pona, tornillo, etc)	0.300	0.125	0.300	0.300	0.256	25.63%
					1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia

Vector Suma Ponderada	λ max
1.213	3.804
0.404	3.804
1.213	3.804
1.000	3.902
	3.829

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.057
n	4
IA	0.882
RC	0.065

Correcto

Material predominante en piso

Tabla.134. Matriz de comparación de pares– Material predominante en piso. C.P Ingenio

Material predominante en piso	Tierra	Cemento	Losetas	Madera
Tierra	1.00	3.00	4.00	5.00
Cemento	0.33	1.00	3.00	4.00
Losetas	0.25	0.33	1.00	3.00
Madera	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.58	8.33	13.00
1/SUMA	0.56	0.22	0.12	0.08

Tabla.135. Matriz de Normalización– Material predominante en piso. C.P Ingenio

Material predominante en piso	Tierra	Cemento	Losetas	Madera	Vector Priorizacion	
Tierra	0.561	0.655	0.480	0.385	0.520	52.00%
Cemento	0.187	0.218	0.360	0.308	0.268	26.82%
Losetas	0.140	0.073	0.120	0.231	0.141	14.09%
Madera	0.112	0.055	0.040	0.077	0.071	7.09%
					1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

Vector Suma Ponderada	λ max
2.243	4.313
1.148	4.280
0.573	4.066
0.289	4.075
	4.184

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.061
n	4
IA	0.882
RC	0.069

Fragilidad

Material predominante de techo

Tabla.136. Matriz de comparación de pares– Material predominante de techo. C.P Ingenio

Material predominante - techo	planchas de calamina	tejas	Losa de concreto
planchas de calamina	1.00	2.00	3.00
tejas	0.50	1.00	2.00
Losa de concreto	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla.137. Matriz de Normalización– Material predominante de techo. C.P Ingenio

Material predominante - techo	planchas de calamina	tejas	Losa de concreto	Vector Priorizacion	
planchas de calamina	0.545	0.571	0.500	0.539	54%
tejas	0.273	0.286	0.333	0.297	30%
Losa de concreto	0.182	0.143	0.167	0.164	16%
				1.000	100%

Cálculo de Relación de Consistencia:

Vector Suma Ponderada	λ max
1.625	3.015
0.894	3.008
0.492	3.004
	3.009

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.005
n	3
IA	0.525
RC	0.009

Correcto

Resumen del análisis de vulnerabilidad para el cp. Ingenio del distrito de Buenos Aires provincia de Morropón

Tabla.138. Resultados de pesos ponderados del análisis de vulnerabilidad. C.P Ingenio

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
SOCIAL	0.6	EXPOSICIÓN SOCIAL	0.633	Número de personas por vivienda	1.000	Mas de 5 personas	0.441
						De 3 a 5 personas	0.260
						De 1 a 3 personas	0.152
						Persona sola	0.099
						Deshabitado	0.049
		FRAGILIDAD SOCIAL	0.260	Grupo etáreo	1.000	0 a 5 años y mayor a 65 años	0.507
						De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.232
						De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.147
						De 16 a 30 años	0.043
		RESILIENCIA SOCIAL	0.106	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	0.525	No conoce	0.461
						Escaso conocimiento	0.270
						Poco conocimiento	0.145
						Regular conocimiento	0.077
				Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	0.334	Conocimiento amplio	0.046
						Nunca	0.461
						Cada 5 años	0.270
						Cada 3 años	0.145
						Cada 2 años	0.077
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	0.142	Una (1) vez por año	0.046				
		No muestra interes	0.457				
		Muestra interes de vez en cuando	0.257				
		Actua si hay incentivos	0.150				
ECONÓMICA	0.4	EXPOSICIÓN ECONÓMICA	0.633	Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	1.000	Siempre estoy atento para participar	0.087
						Me gusta participar	0.087
						Siempre estoy atento para participar	0.049
						D<300	0.497
						300<=D<600	0.262
		FRAGILIDAD ECONÓMICA	0.260	Material predominante - pared	0.525	600<=D<800	0.136
						800<=D<1000	0.069
						1000<=D	0.037
				Material predominante - techo	0.142	Adobe o tapia	0.319
						Ladrillo o bloque de cemento	0.106
						Quincha(caña con barro)	0.319
						Madera(pona, tornillo, etc	0.256
				Material predominante en piso	0.334	planchas de calamina	0.539
						tejas	0.297
						Losa de concreto	0.164
		Tierra	0.520				
		Cemento	0.268				
		RESILIENCIA ECONÓMICA	0.106	Ocupación principal (jefe de hogar)	0.272	Losetas	0.141
Madera	0.071						
Trabajador familiar no remunerado	0.512						
Cuenta con obras de mitigación	0.608			trabajador independiente	0.275		
				Agricultor	0.138		
				obrero o peón	0.074		
				Ninguna	0.461		
Organización comunitaria	0.120			Sacos de arena	0.270		
				Drenaje pluvial	0.145		
		Vegetacion ribereña	0.077				
		Muros de contencion	0.046				
		No le interesa	0.457				
		Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.257				

Determinación del nivel de vulnerabilidad para el centro poblado Ingenio del distrito de Buenos Aires provincia de Morropón

Tabla.139. Niveles de Vulnerabilidad del C.P Ingenio

Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0.249	$\leq v <$	0.466
Vulnerabilidad Alta	0.155	$\leq v <$	0.249
Vulnerabilidad Media	0.086	$\leq v <$	0.155
Vulnerabilidad Baja	0.044	$\leq v <$	0.086

Tabla.140. Estratificación del nivel de vulnerabilidad para el C.P Ingenio

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Número de personas por vivienda Superior a 5 personas ; Grupo etáreo predominante de 0 a 5 años y mayores de 65 años ; no conocen sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades y que no muestran interés por participar en campañas de prevención de riesgos; algunas de las edificaciones se encuentran en cernanía de la vivienda a la zona de peligro a una distancia de 300 metros, donde el adove o la tapia es material predominante de la paredes y el material predomienante de techo es planchas de calamina o eternit y el el material predominante de piso es tierra . Ocupación principal del jefe del hogar es trabajador independiente y estas posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación y como organización comunitaria le interesaría participar en las brigadas de emergencia.	$0.271 \leq V < 0.454$
VULNERABILIDAD ALTA	Número de personas vivienda de 3 a 5 personas; con un grupo etáreo predominante de 6 a 12 años y de 61 a 65 años , además de escaso conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades; y que muestra escaso interes por participar en campañas de prevención de riesgos; algunas de sus edificaciones se encuentran en cernanía a la zona de peligro de 300 a 600 metros, donde la quincha (caña con barro) es material predominante de la paredes y el Material predomienante de techo es tejas , y el el material predominante de piso es tierra . Ocupación principal del jefe del hogar es trabajador independiente y estan posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación y como organización comunitaria les interesaría participar en las brigadas de emergencia.	$0.153 \leq V < 0.271$
VULNERABILIDAD MEDIA	Número de personas por vivienda de 1 a 3 personas; con un grupo etáreo predominante de 13 a 15 años y de 51 a 60 años , además de poco conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades; y que si les interesaría participar en campañas de prevención de riesgos; algunas de las edificaciones se encuentran e cernanía de la vivienda a la zona de peligro de 600 a 800 metros, donde la ladrillo es material predominante de la paredes y el Material predomienante de techo es losa de concreto, y el el material predominante de piso es losetas . Ocupación principal del jefe del hogar es agricultor y estan posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación y como organización comunitaria les interesaría participar en las brigadas de emergencia.	$0.081 \leq V < 0.153$
VULNERABILIDAD BAJA	este nivel se visualiza con la presencia de una sola personas, o la vivienda se encuentra desabitada ; con un grupo etáreo predominante de 16 a 30 años , además de que cuentan con regular conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; si les interesaría participar en campañas de prevención de riesgos; sus edificaciones se encuentran e cernanía de la vivienda a la zona de peligro desde 800 a mas de 1000 metros, donde el ladrillo o bloque de cemento es material predominante de la paredes,el Material predomienante de techo es losa de concreto, y el el material predominante de piso es losetas . Ocupación principal del jefe del hogar es obrero o peón y posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación finalemnete como organización comunitaria les interesaría participar en las brigadas de emergencia.	$0.041 \leq V < 0.081$

Nivel de riesgo del CP. Ingenio

Para determinar el nivel de riesgo se utilizó el método simplificado- Matriz de riesgo, el cual permite determinar el nivel de riesgo sobre la base del conocimiento tanto de la peligrosidad como de la vulnerabilidad ya determinados en las secciones anteriores.

Tabla.141. Matriz de niveles de riesgo para el C.P Ingenio del distrito de Buenos Aires.

Peligrosidad	Muy alto	0.531	0.046	0.082	0.132	0.247
	Alto	0.352	0.030	0.055	0.088	0.164
	Medio	0.242	0.021	0.038	0.060	0.113
	Bajo	0.206	0.018	0.032	0.051	0.096
			0.086	0.155	0.249	0.466
			Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Vulnerabilidad						

Tabla.142. Niveles de Riesgo del C.P Ingenio

Nivel del Riesgo	Rango
Riesgo Muy alto	$0.088 \leq R < 0.247$
Riesgo Alto	$0.038 \leq R < 0.088$
Riesgo Medio	$0.018 \leq R < 0.038$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.018$

Tabla.143. Estratificación del Nivel de riesgo del CP. Ingenio

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	este peligro se ve latente con la presencia de una Caudal superior a 700 m3/seg, zonas con pendiente muy bajas de entre (0-4 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es llanura o planicie inundable , con geología del tipo depositos fluviales recientes los cuakes estan constituidos por sedimentos que se acumulan a partir de la actividad de los ríos y los procesos por gravedad asociados. Número de personas por vivienda Superior a 5 personas ; Grupo etáreo predominante de 0 a 5 años y mayores de 65 años ; no conocen sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades y que no muestran interés por participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificacaciones se encuentran en cernanía de la vivienda a la zona de peligro a una distancia de 300 metros, donde el adove o la tapia es material predominante de la paredes y el material predomienante de techo es planchas de calamina o eternit y el el material predominante de piso es tierra . Ocupación principal del jefe del hogar es trabajador independiente y estas posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación y como organización comunitaria le interesaría participar en las brigadas de emergencia.	0.092 ≤ R < 0.245
RIESGO ALTO	Con la presencia de un caudal de entre (600-700) m3/seg, zonas con pendiente bajas de entre (4-8 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es terraza aluvial , con composicion geológica - depósitos aluviales es decir suelos que se han desarrollado con el paso del tiempo como resultado de los sedimentos depositados por las inundaciones periódicas de arroyos o quebradas. Número de personas vivienda de 3 a 5 personas; con un grupo etáreo predominante de 6 a 12 años y de 61 a 65 años , además de escaso conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades; y que muestra escaso interes por participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificacaciones se encuentran en cernanía de la vivienda a la zona de peligro de 300 a 600 metros, donde la quincha (caña con barro) es material predominante de la paredes y el Material predomienante de techo es tejas , y el el material predominante de piso es tierra . Ocupación principal del jefe del hogar es trabajador independiente y estan posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación y como organización comunitaria les interesaría participar en las brigadas de emergencia.	0.038 ≤ R < 0.092
RIESGO MEDIO	Con la presencia de un caudal de entre (500-600) m3/seg, zonas con pendiente moderada de entre (8-16 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es colina y lomada en roca sedimentaria , con composicion geológica de suelo formado por el grupo Goylarisquizga es decir areniscas cuarzosas de colores blancos con tonos rojizos debido al interperizmo.Número de personas por vivienda de 1 a 3 personas; con un grupo etáreo predominante de 13 a 15 años y de 51 a 60 años , además de poco conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; población que nunca a sido capacitada en temas de Gestión de Riezgo por parte de sus autoridades; y que si les interesaría participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificacaciones se encuentran e cernanía de la vivienda a la zona de peligro de 600 a 800 metros, donde la madera es material predominante de la paredes y el Material predomienante de techo es losa de concreto, y el el material predominante de piso es losetas . Ocupación principal del jefe del hogar es agricultor y estan posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación y como organización comunitaria les interesaría participar en las brigadas de emergencia.	0.016 ≤ R < 0.038
RIESGO BAJO	Con la presencia de caudales menores a 500 m3/seg, zonas con pendiente muy altas de entre (16 a mayores de 55 %) cuya condición de terreno según su geomorfología es monte Isla , donde la geología de suelo es por la formación río seco. este nivel se visualiza con la presencia de una sola personas, o la vivienda se encuentra desabitada ; con un grupo etáreo predominante de 16 a 30 años , además de que cuentan con regular conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad; si les interesaría participar en campañas de prevencion de riesgos; sus edificacaciones se encuentran e cernanía de la vivienda a la zona de peligro desde 800 a mas de 1000 metros, donde el ladrillo o bloque de cemento es material predominante de la paredes,el Material predomienante de techo es losa de concreto, y el el material predominante de piso es losetas . Ocupación principal del jefe del hogar es obrero o peón y posicionados en una zona donde no cuentan con obras de mitigación ante una eventual inundación finalenmete como organización comunitaria les interesaría participar en las brigadas de emergencia.	0.001 ≤ R < 0.016

V. Conclusiones

1. Como parámetros geomorfológicos de cuenca se tiene un área de 357.40 km², un perímetro de 97.98 km, cuenta con una longitud mayor de 30.44 km y un ancho de 21.82 km, su Coeficiente de Compacidad es de 1.46 indicando que tiene una capacidad de concentración media de agua de escurrimiento, además de un factor de forma de 0.39 es decir está menos sujeta a alto riesgos de inundación, como cuenca tiene mayor aporte hídrico debido a su 4 grado de ramificación, además de la eficiencia de la red de drenaje ya que es de 0.54, cuenta con una extensión media de escurrimiento superficial de 459.36 m y la altitud mínima y máxima de cuenca son; 135 msnm y 3.300 msnm respectivamente.

2. De acuerdo al análisis hidrológico los caudales para los periodos de retorno de; 50, 100, 200 y 500 años son 596.30 m³/s, 690.80 m³/s, 796.10 m³/s y 953.60 m³/s respectivamente.

3. Del modelado Hidráulico realizado en el software Iber se determina que, para el centro poblado Pampa Flores no se produce el fenómeno de inundación como tal, pero se evidencia altas velocidades de hasta 4.5 m/s en promedio, lo que está ocasionando problemas de erosión en las riberas del río corral del medio afectando directamente al pueblo. En el centro poblado Ingenio se originan inundaciones, afectando un total de 15 ha, 26 ha, 71 ha y 72 ha para los periodos de retorno de; 50, 100, 200 y 500 años respectivamente.

4. De la Evaluación de Riesgos se obtuvo; para el C.P Pampa Flores existe un riesgo por erosión muy alto en un 55% es decir 65 viviendas comprometidas, riesgo alto en un 38% con 45 viviendas afectadas y dentro de un 3% y 4% de las viviendas están en un nivel medio y bajo respectivamente. Se prevé inundaciones en el C.P Ingenio para lo cual; el 14% y 72% de las edificaciones se encuentran en un nivel muy alto y alto, es decir 47 y 236 de las edificaciones serán afectadas respectivamente, además del 7% en un nivel medio y bajo.

5. Las altas velocidades generadas en el río corral del medio para el C.P Pampa Flores, conllevan a la colocación de Espigones en los km (0+160 – 0+620), defensa que permite la disminución de velocidades en promedio de 4.5 m/s hasta 0.23 m/s, ayudando a recuperar las áreas erosionadas en los márgenes del río Corral del medio. En los km (0+640 – 1+300) se dispone la colocación de Gaviones debido a la cercanía entre el pueblo y el río,

el mismo que se encuentra a una distancia mínima de 3-5 m, permitiendo proteger al centro poblado de velocidades menores a 5 m/s y recuperando áreas de vegetación. Para el C.P Ingenio se determina colocar Diques como defensa ribereña para contener el paso del agua, dado a que su dimensionamiento es mayor en su base y teniendo en cuenta la lejanía del pueblo en unos 300 m como mínimo, no se tomará el área hidráulica del río garantizando así la trayectoria natural del cauce.

VI. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar un estudio de suelos si se tiene como objetivo el diseño de las defensas ribereñas evaluadas en la presente tesis, ya que el cálculo realizado ha sido obtenido con referencias bibliográficas, es por eso que se debe tomar como dimensionamiento preliminar.

2. Se recomienda la ubicación de mas estaciones meteorológicas en la cuenca del río corral del medio, así como la reparación de las existentes, ya que muchas de ellas están en desuso por su mala condición, con ello se garantizara datos mas confiables para un correcto modelamiento hidrológico.

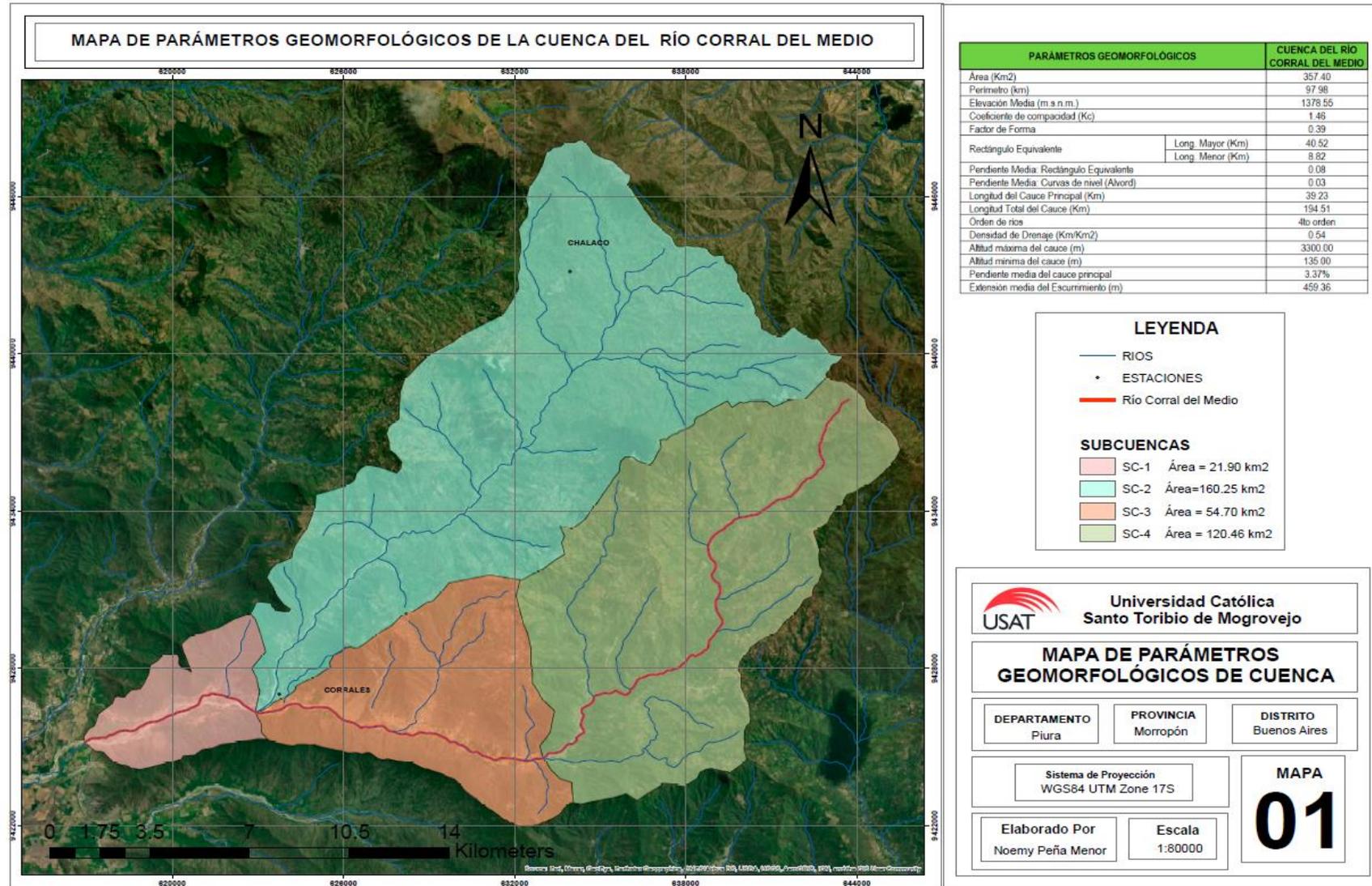
3. Del análisis hidráulico y de riesgo se ha determinado la ubicación de diferentes defensas ribereñas, acompañado de trabajos de descolmatación de río en el tramo del C.P. Ingenio, defensas que son de vital importancia que los organismos encargados evalúen su construcción de manera inmediata ya que el riesgo que corre la población ante una máxima avenida es muy alto.

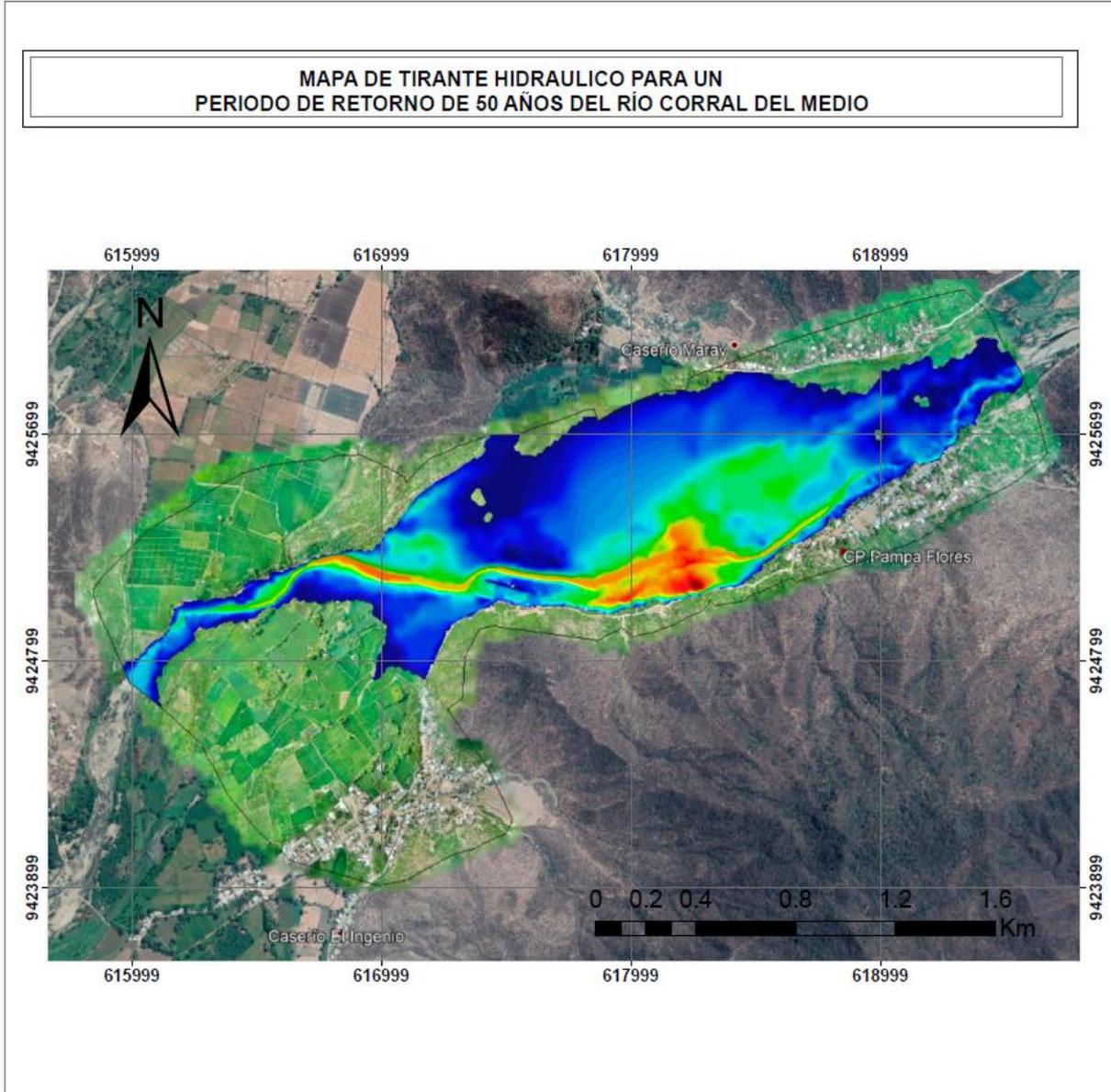
VII. Referencias

- [1] O. d. l. N. U. p. l. E. l. C. y. l. Cultura, «AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO,» *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020*, p. 259, 2020.
- [2] Bejer, Máximo Villón, Hidrología, Lima-Perú: Villón, Febrero del 2002, 2002.
- [3] D. J. J. O. Gálvez, ¿QUÉ ES CUENCA HIDROLÓGICA?, Lima: Zaniel I. Novoa Goicochea, 211.
- [4] Worl Vision, Manual de Manejo de Cuencas, El salvador: Visión Mundial El Salvador, 2004.
- [5] L.N.F.R.Sarai Badillo, «Hidroaprendo,» [En línea]. Available: <http://hidrogeouis.blogspot.com/p/cuenca.html>. [Último acceso: 2020].
- [6] S. L. F. E. Mayumi Naisha Sequeiros Cuba, EVALUACIÓN HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO CON EL MODELO IBER PARA DETERMINAR EL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA POBLACIÓN RIBEREÑA AL RIO QOCHOQ, PROVINCIA CALCA - REGIÓN CUSCO 2017, Cuzco, 2019
- [7] M. d. t. y. c. MTC, «MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA,» Lima-Perú, 2008.
- [8] Universidad Autonoma CHAPINGO, «ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRES HIDROGRAMAS UNITARIOS SINTÉTICOS EN DOS CUENCAS MEDITERRÁNEAS DE CHILE, REGIÓN DEL MAULE,» *Ciencias Forestales y del Ambiente*, p. 16, 2012.
- [9] Saavedra, «ResearchGate,» 2015. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Eschema-de-una-cuenca-hidrografica_fig1_284172994. [Último acceso: 2020].
- [10] MASTERGIS, Dirección, *SECCION TRANSVERSAÑ DE RÍO*. 2020.
- [11] A. R. Felices, Hidraulica Fluvial, Rimac, 1998.
- [12] C. M. WENDOR, Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil, Lima-Perú, 1989.
- [13] v. T. Chow, Hidraulica De Canales Abiertos, Bogotá- Colombia: Mc GRAW - HILL. ISBN 958600-228-4 , 2004.
- [14] Consultores Ingenieros en Diseño Hidráulico y Medio Ambiente, «Iber,» 2014. [En línea]. Available: <https://iberaula.es/54/iber-model/downloads>. [Último acceso: 2020].
- [15] G. G. PERU, «GEO GPS PERU,» [En línea]. Available: <https://www.geogpsperu.com/>. [Último acceso: 2020].

- [16] C. N. d. E. P. y. R. d. R. d. Desastres-CENEPRED, «Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión,» Lima, 2014.
- [17] I. N. d. E. e. Informatica, «INEI,» [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>. [Último acceso: 2021].
- [18] S. N. d. M. e. H. d. Perú, «Senamhi,» [En línea]. Available: <https://web2.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>. [Último acceso: 2021].
- [19] TERAN, RUBEN: “Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas”. Año 1998.

VIII. Anexos





LEYENDA
Tirante (m) Tr = 50 años

7.71
7.07
6.43
5.78
5.14
4.50
3.86
3.22
2.58
1.93
1.29
0.65
0.01

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

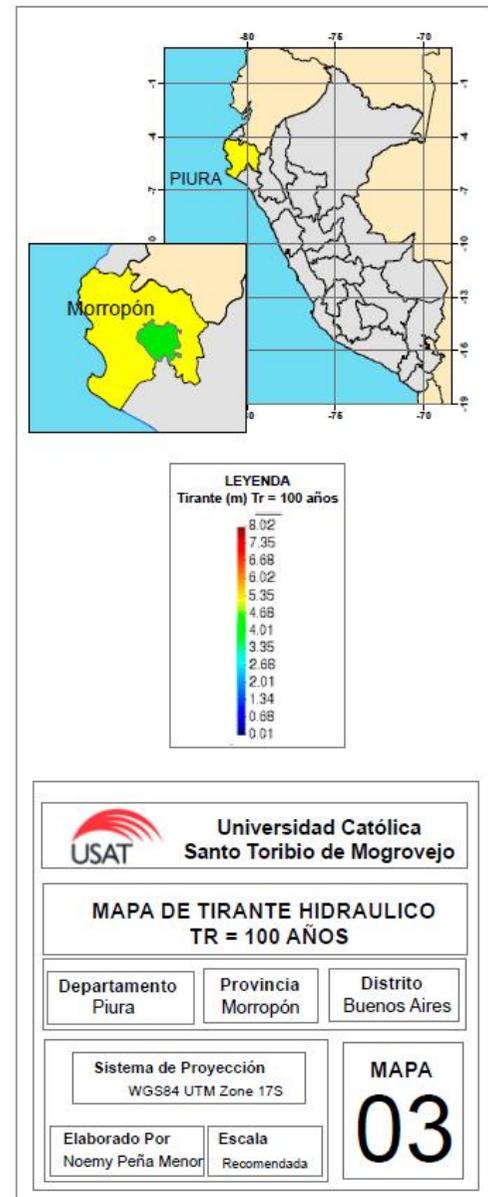
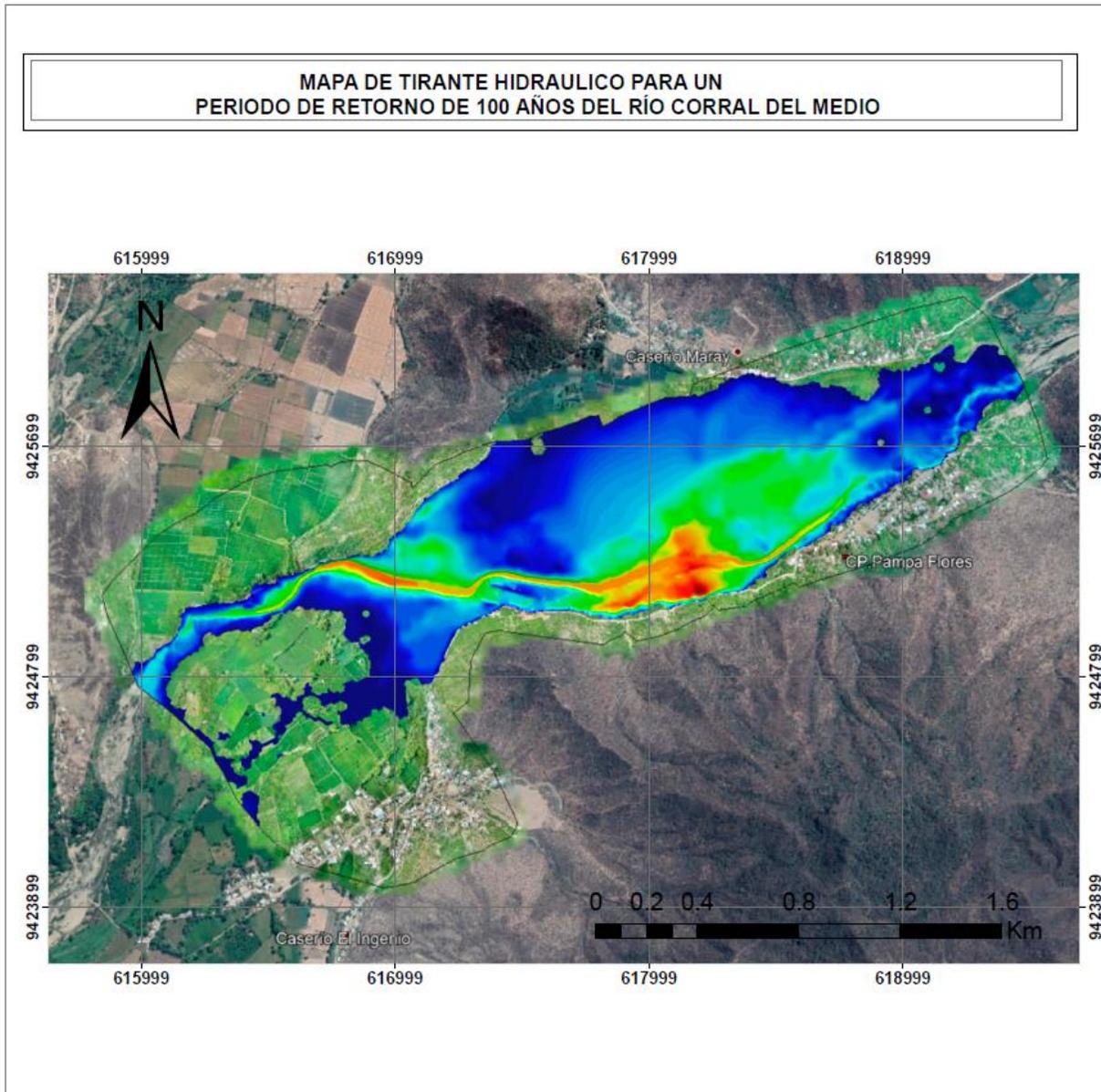
MAPA DE TIRANTE HIDRAULICO TR = 50 AÑOS

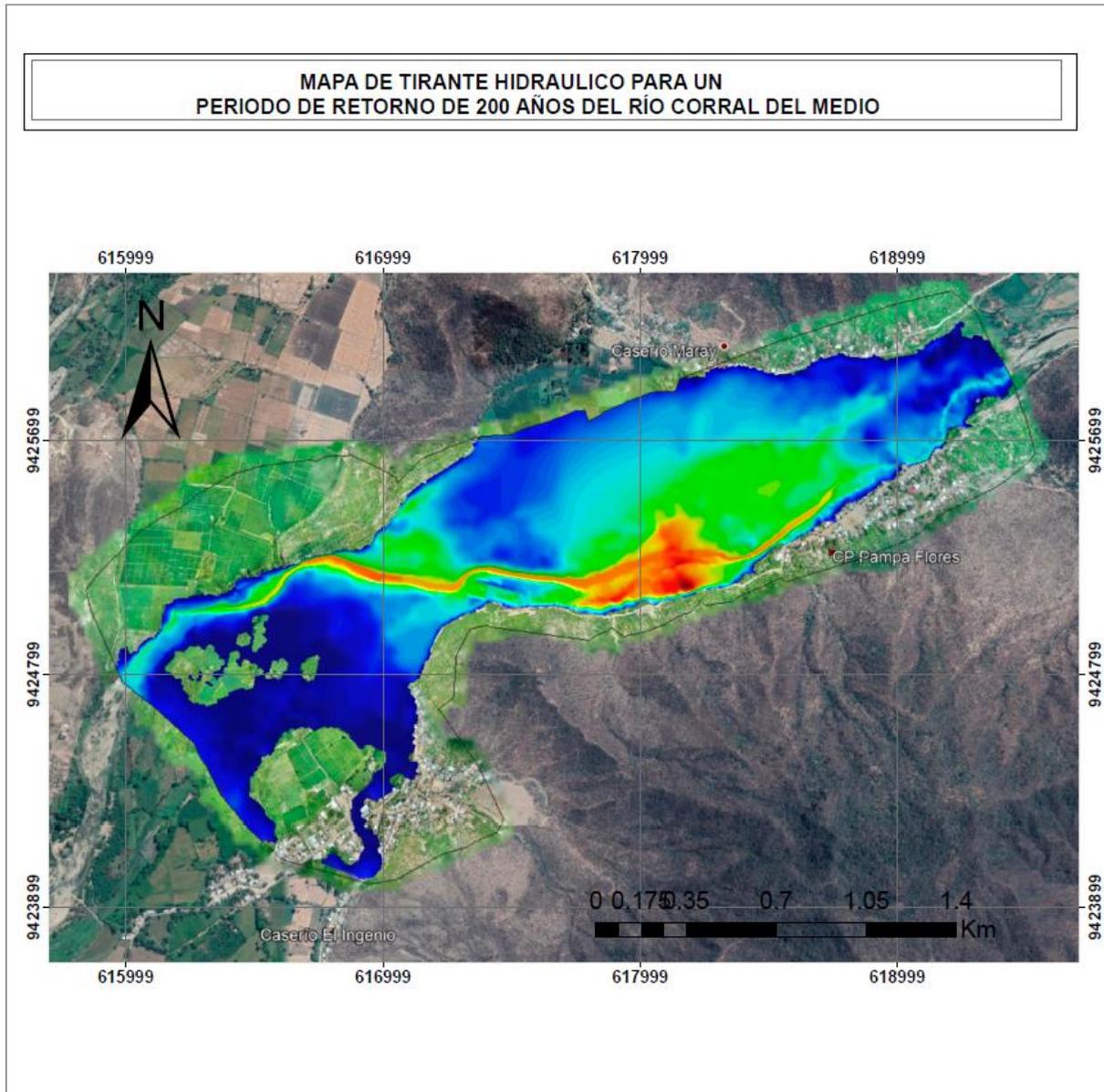
Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
--------------------	--------------------	-----------------------

Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

Elaborado Por Noemy Peña Menor	Escala Recomendada
-----------------------------------	-----------------------

MAPA 02





LEYENDA
Tirante (m) Tr = 200 años

8.73
8.00
7.28
6.55
5.82
5.10
4.37
3.64
2.92
2.19
1.46
0.74
0.01

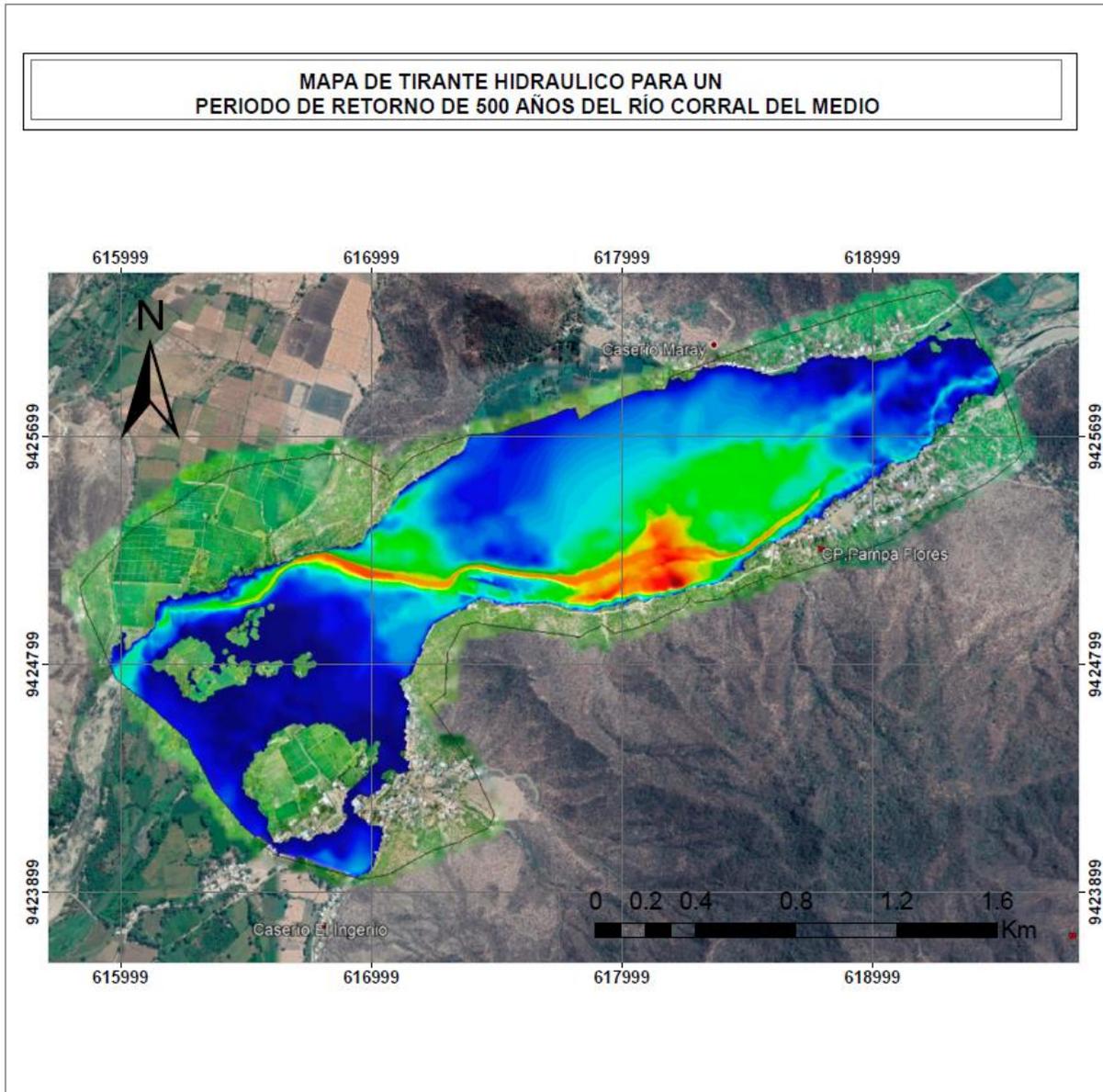
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

MAPA DE TIRANTE HIDRAULICO TR = 200 AÑOS

Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

Sistema de Proyección WGS84 UTM Zone 17S	MAPA
Elaborado Por Noemy Peña Menor	04

Escala Recomendada



LEYENDA
Tirante (m) Tr = 500 años

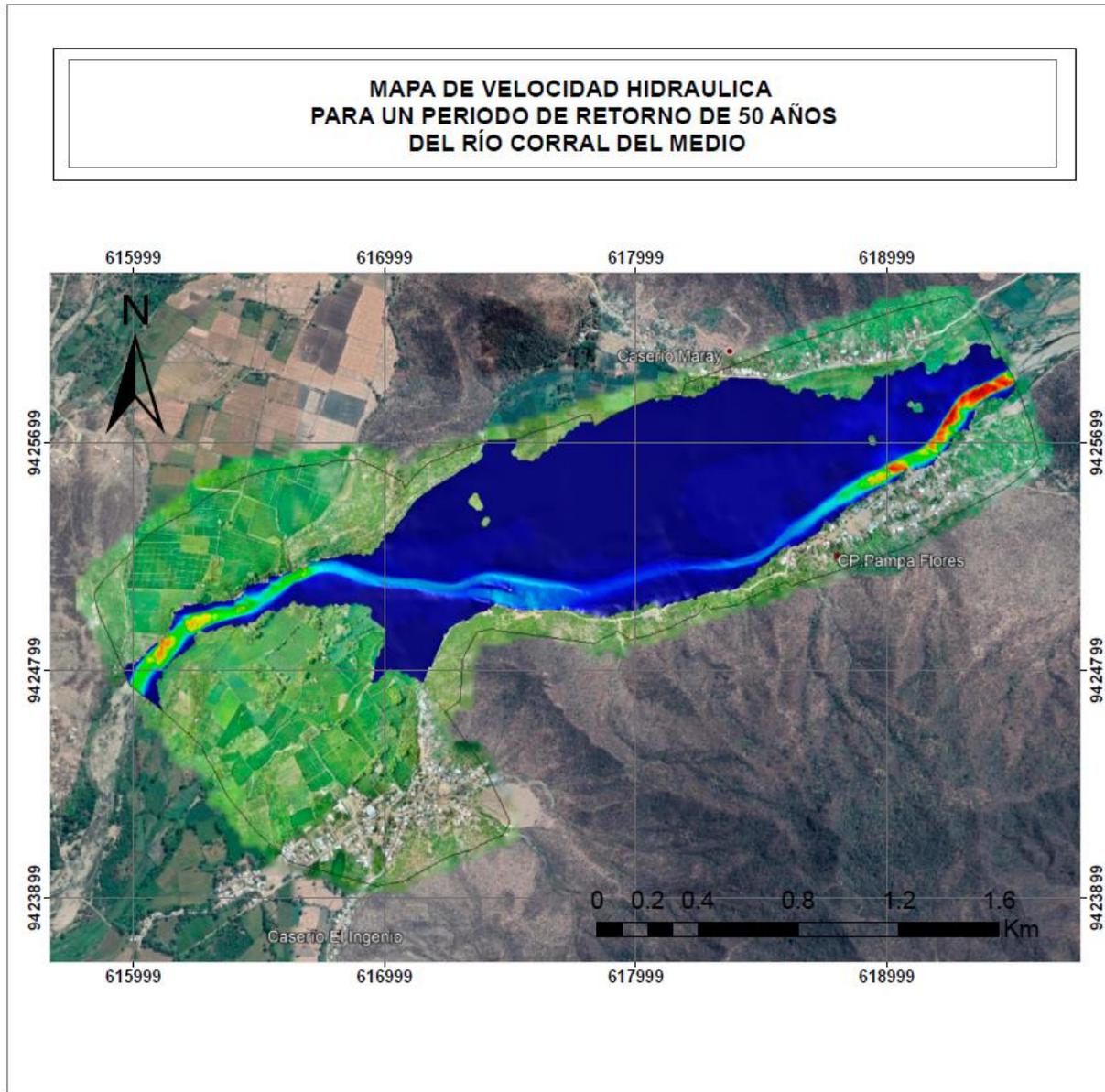
9.02
8.27
7.52
6.77
6.02
5.27
4.52
3.77
3.01
2.26
1.51
0.76
0.01

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

MAPA DE TIRANTE HIDRAULICO TR = 500 AÑOS

Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

Sistema de Proyección WGS84 UTM Zone 17S	MAPA 05
Elaborado Por Noemy Peña Menor	



LEYENDA
Velocidad (m/s) Tr = 50 años

7.46
6.84
6.22
5.59
4.97
4.35
3.73
3.11
2.49
1.86
1.24
0.62
0.00

**Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo**

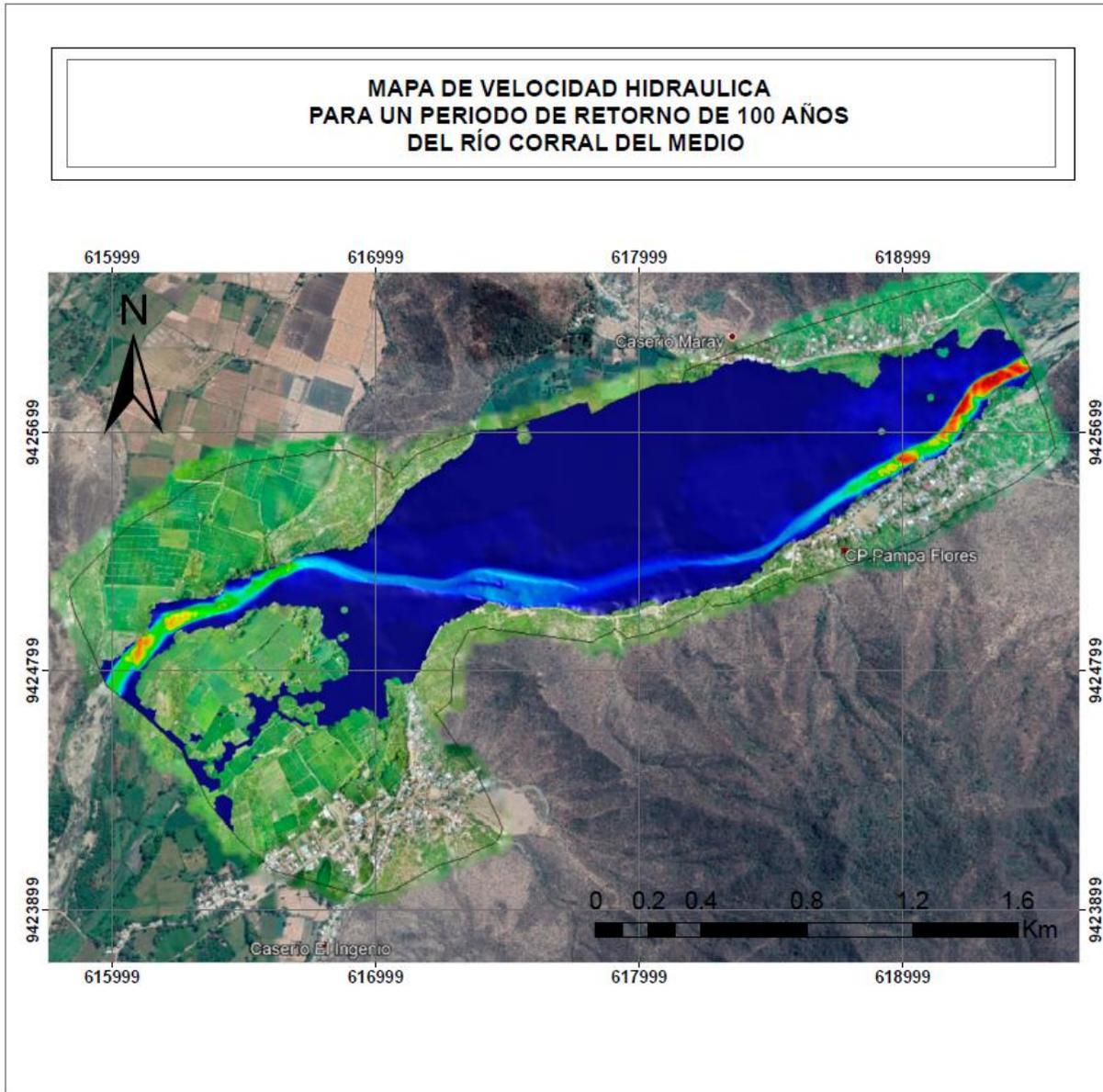
**MAPA DE VELOCIDAD HIDRAULICA
TR = 50 AÑOS**

Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

**MAPA
06**

Elaborado Por Noemy Peña Menor	Escala Recomendada
-----------------------------------	-----------------------



LEYENDA
Velocidad (m/s) Tr = 100 años

8.00
7.33
6.67
6.00
5.33
4.67
4.00
3.33
2.67
2.00
1.33
0.67
0.00

**Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo**

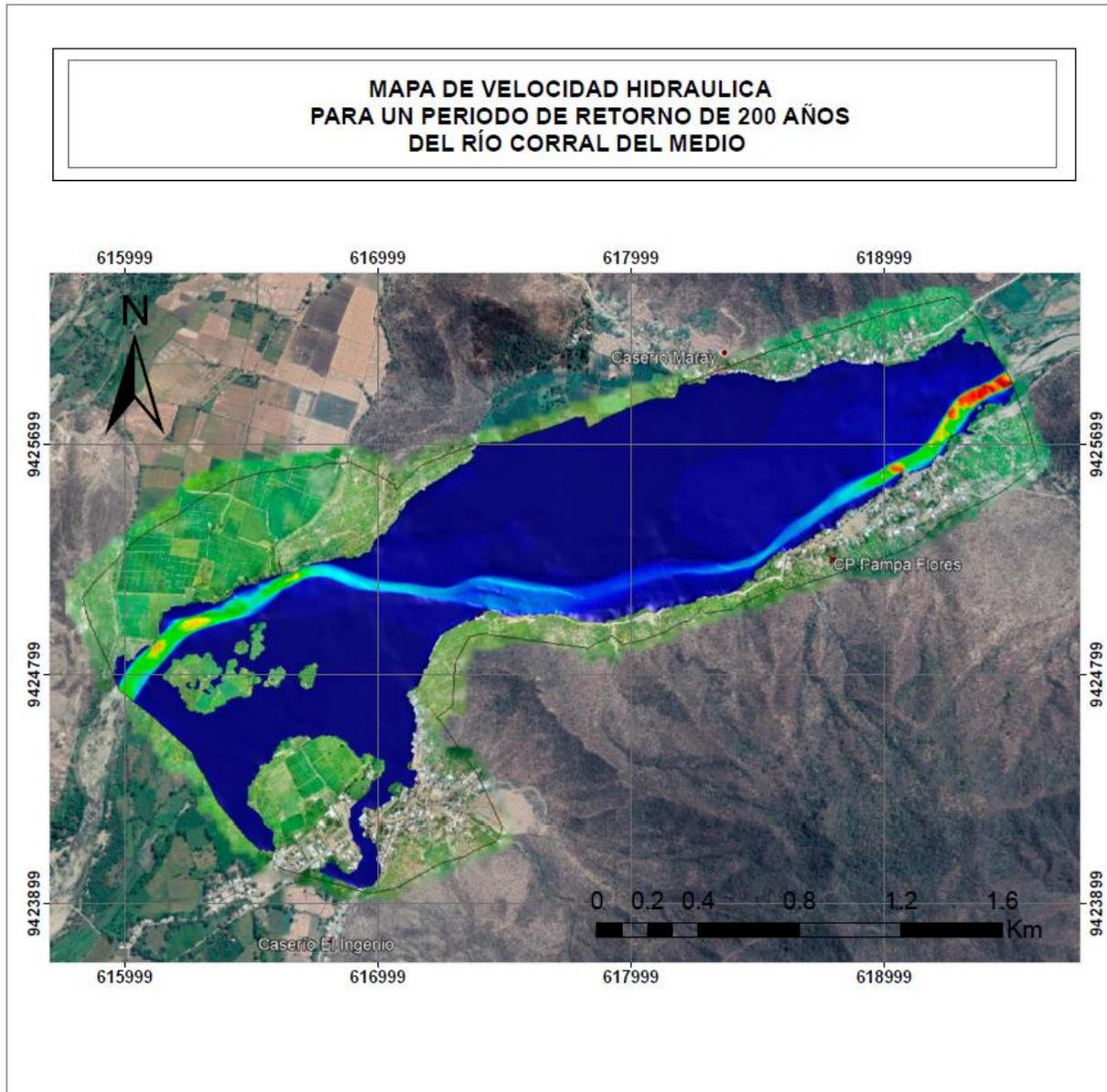
**MAPA DE VELOCIDAD HIDRAULICA
TR = 100 AÑOS**

Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

**MAPA
07**

Elaborado Por Noemy Peña Menor	Escala Recomendada
-----------------------------------	-----------------------



LEYENDA
Velocidad (m/s) Tr = 200 años

8.00
7.33
6.67
6.00
5.33
4.67
4.00
3.33
2.67
2.00
1.33
0.67
0.00

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

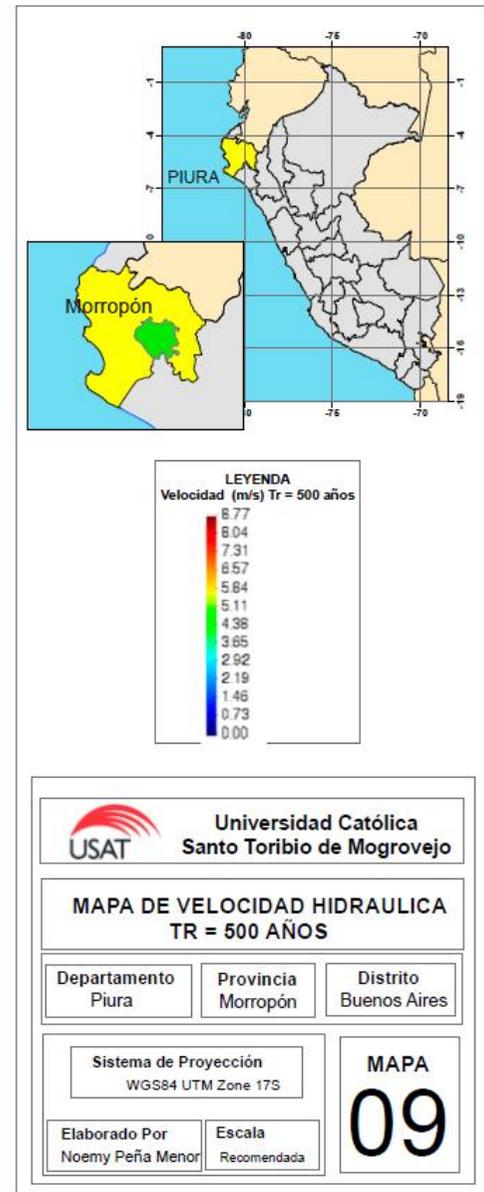
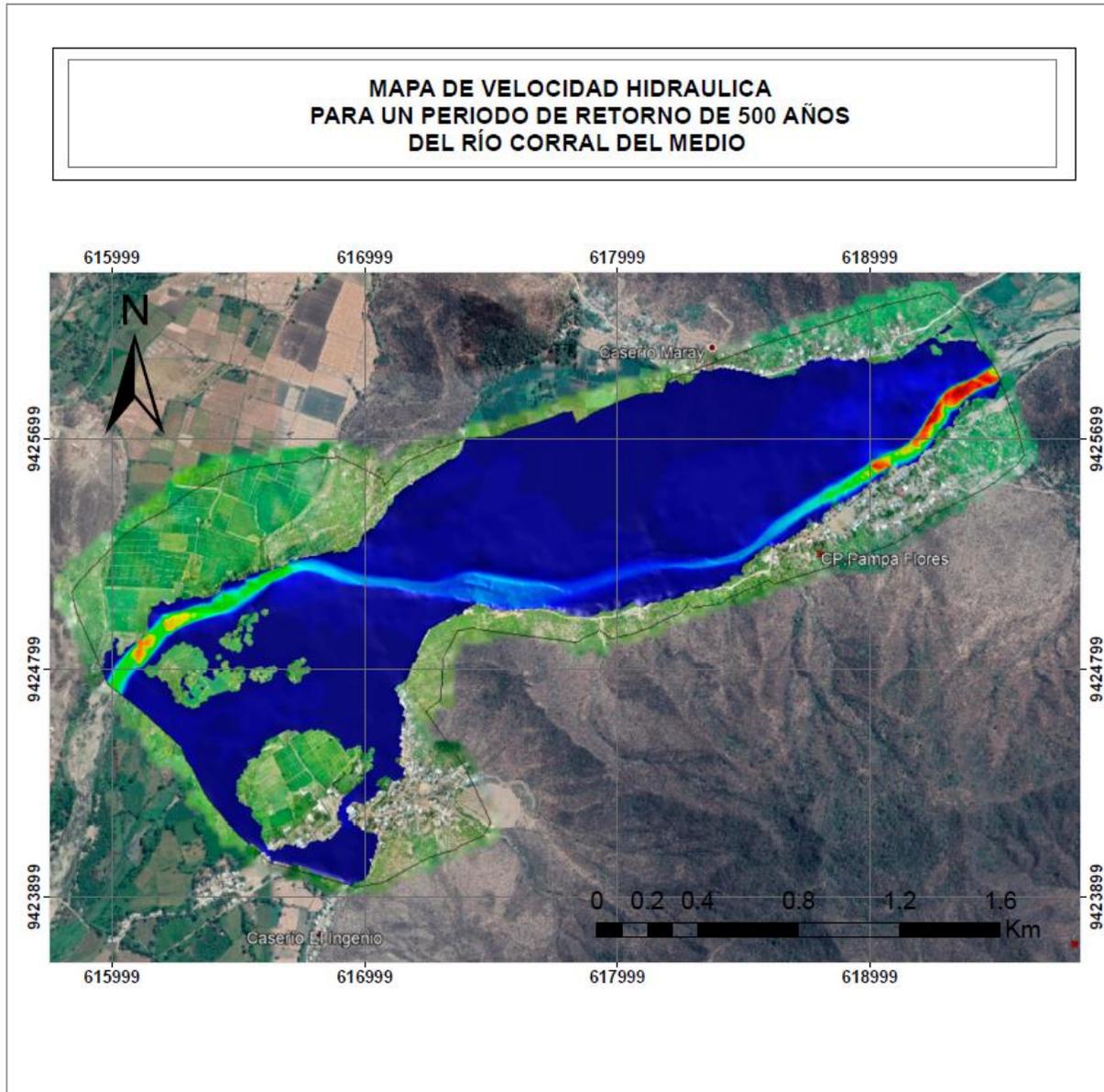
**MAPA DE VELOCIDAD HIDRAULICA
TR = 200 AÑOS**

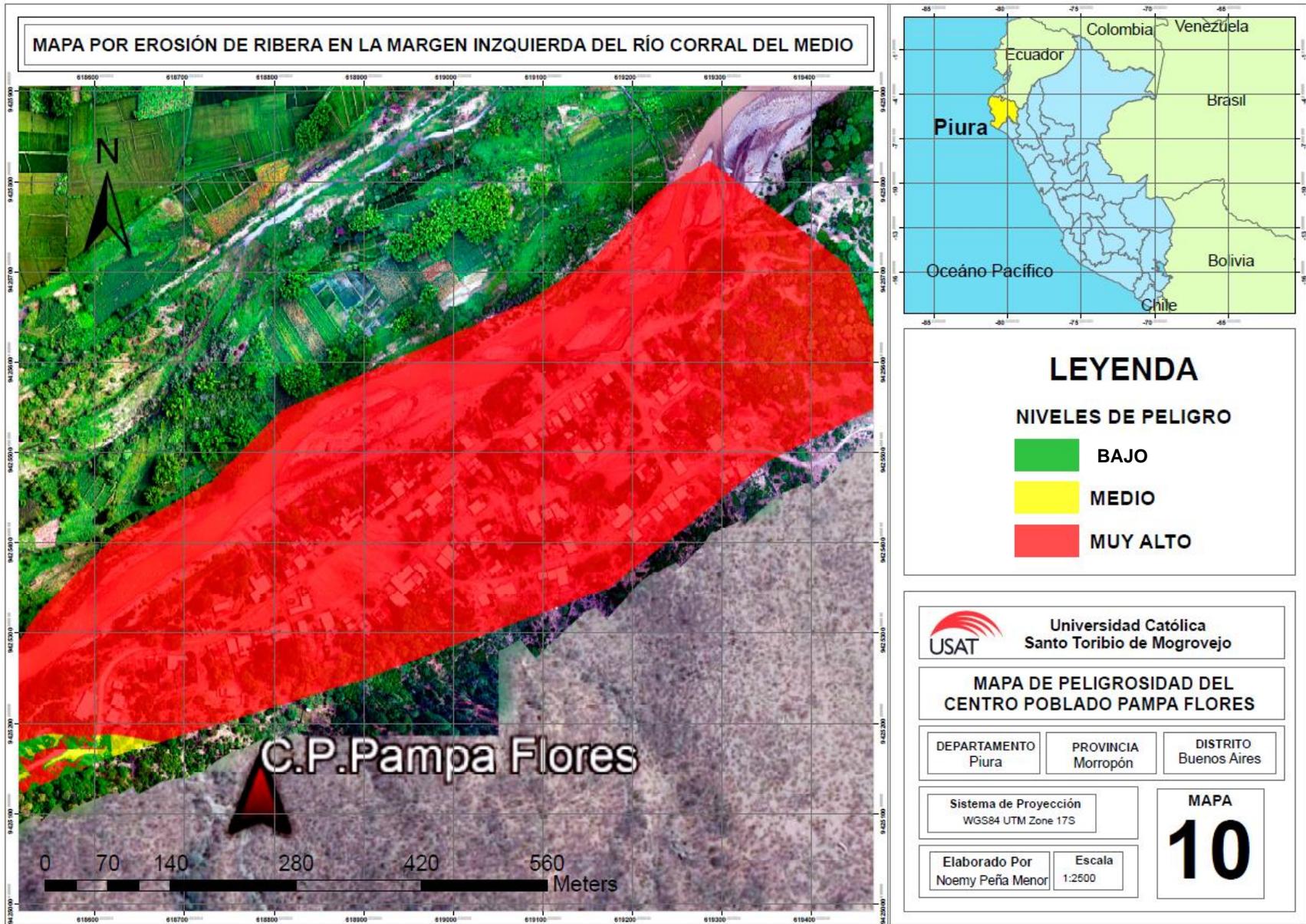
Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

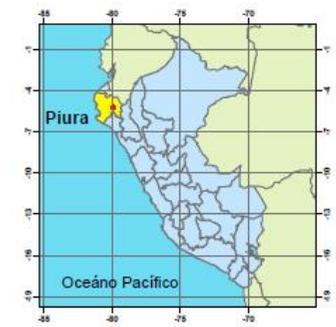
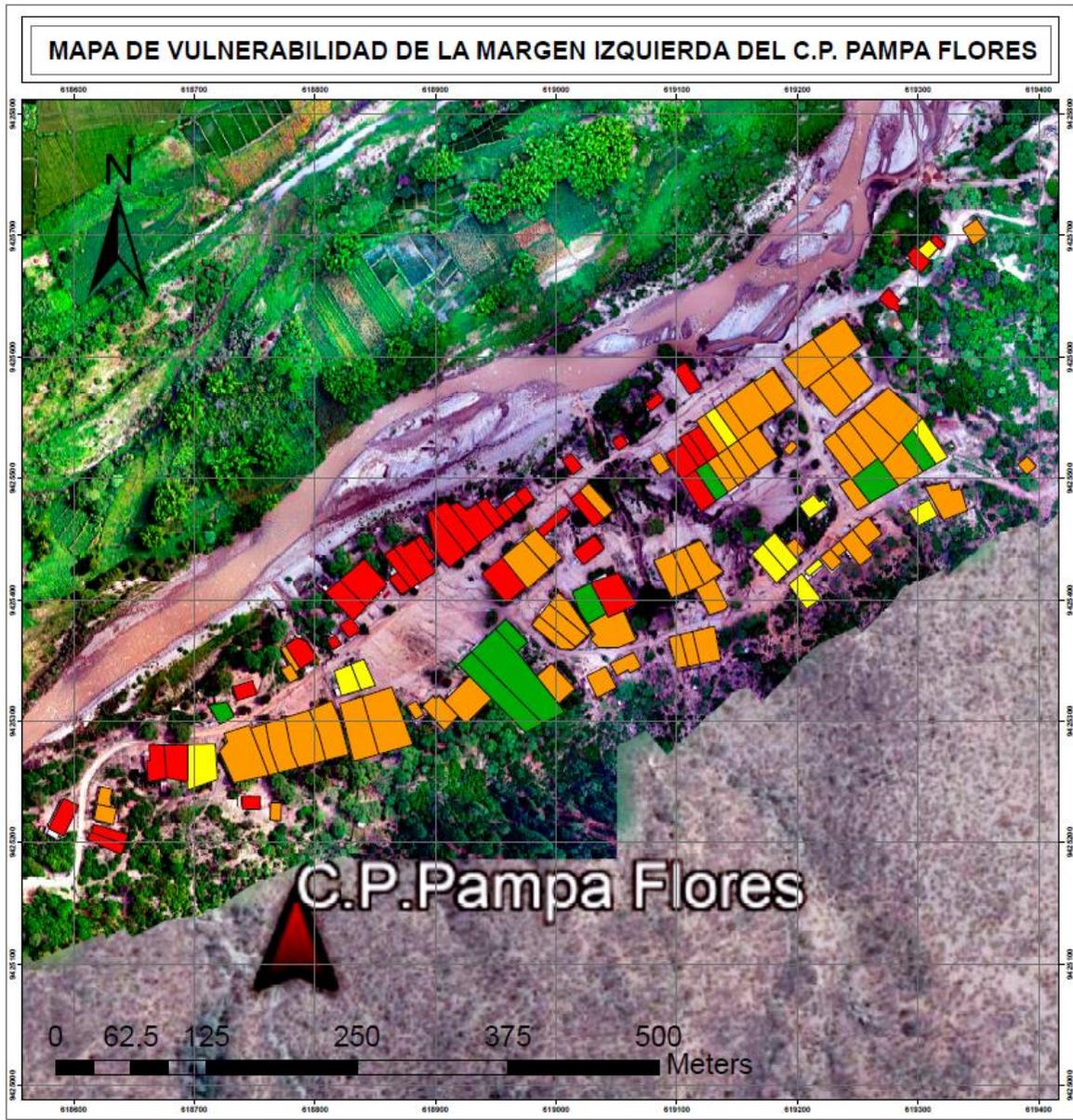
Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

Elaborado Por Noemy Peña Menor	Escala Recomendada
-----------------------------------	-----------------------

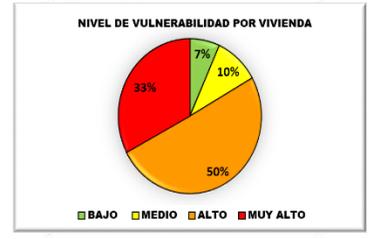
**MAPA
08**







NIVEL	N° Edificaciones
BAJO	8
MEDIO	12
ALTO	60
MUY ALTO	39
TOTAL	119



**Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo**

MAPA DE VULNERABILIDAD

DEPARTAMENTO
Piura

PROVINCIA
Morropón

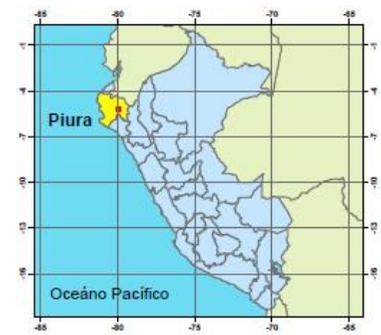
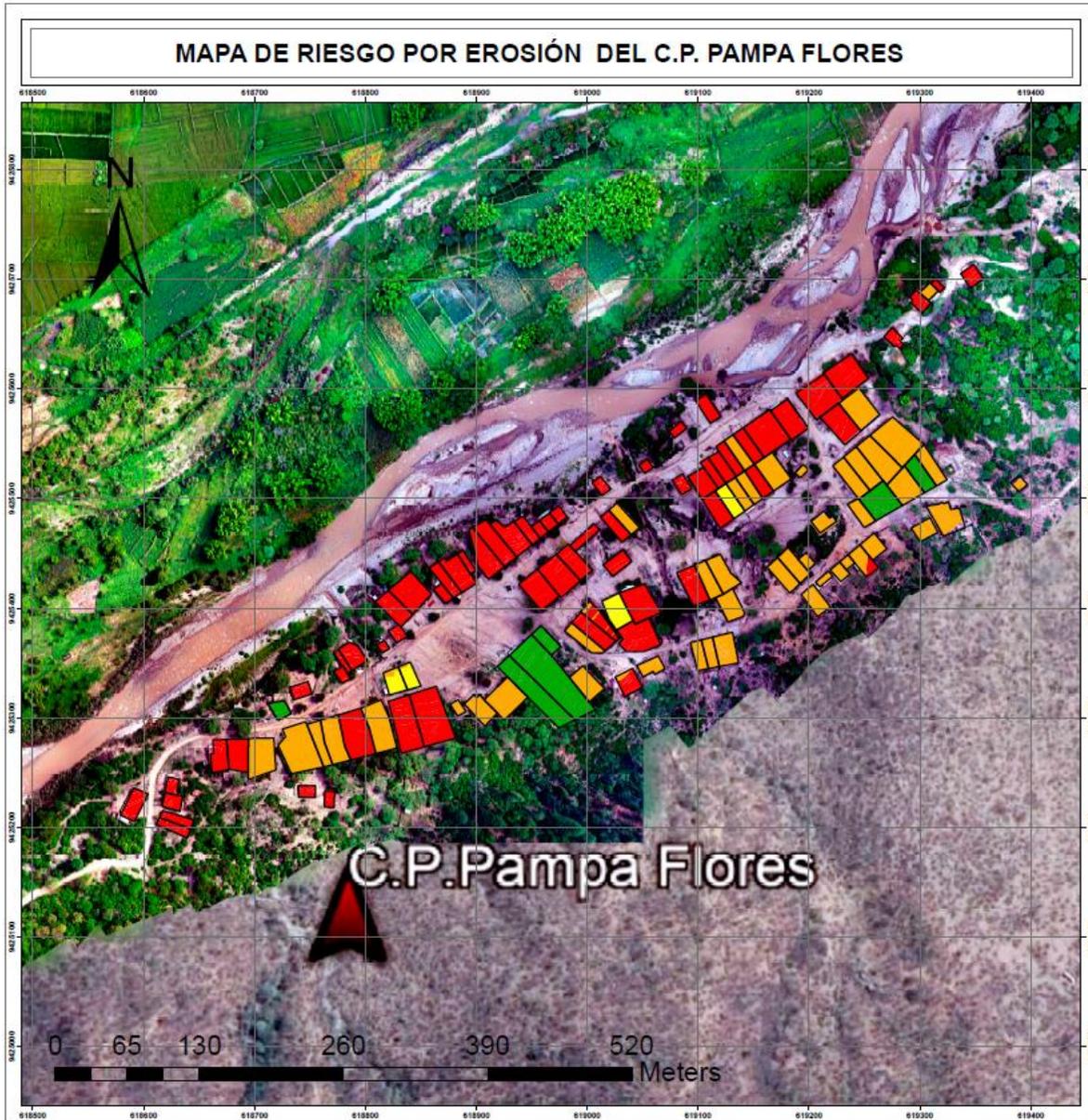
DISTRITO
Buenos Aires

Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

MAPA
11

Elaborado Por
Noemy Peña Menor

Escala
1:2250



NIVEL	N° Edificaciones
BAJO	5
MEDIO	4
ALTO	45
MUY ALTO	65
TOTAL	119



USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

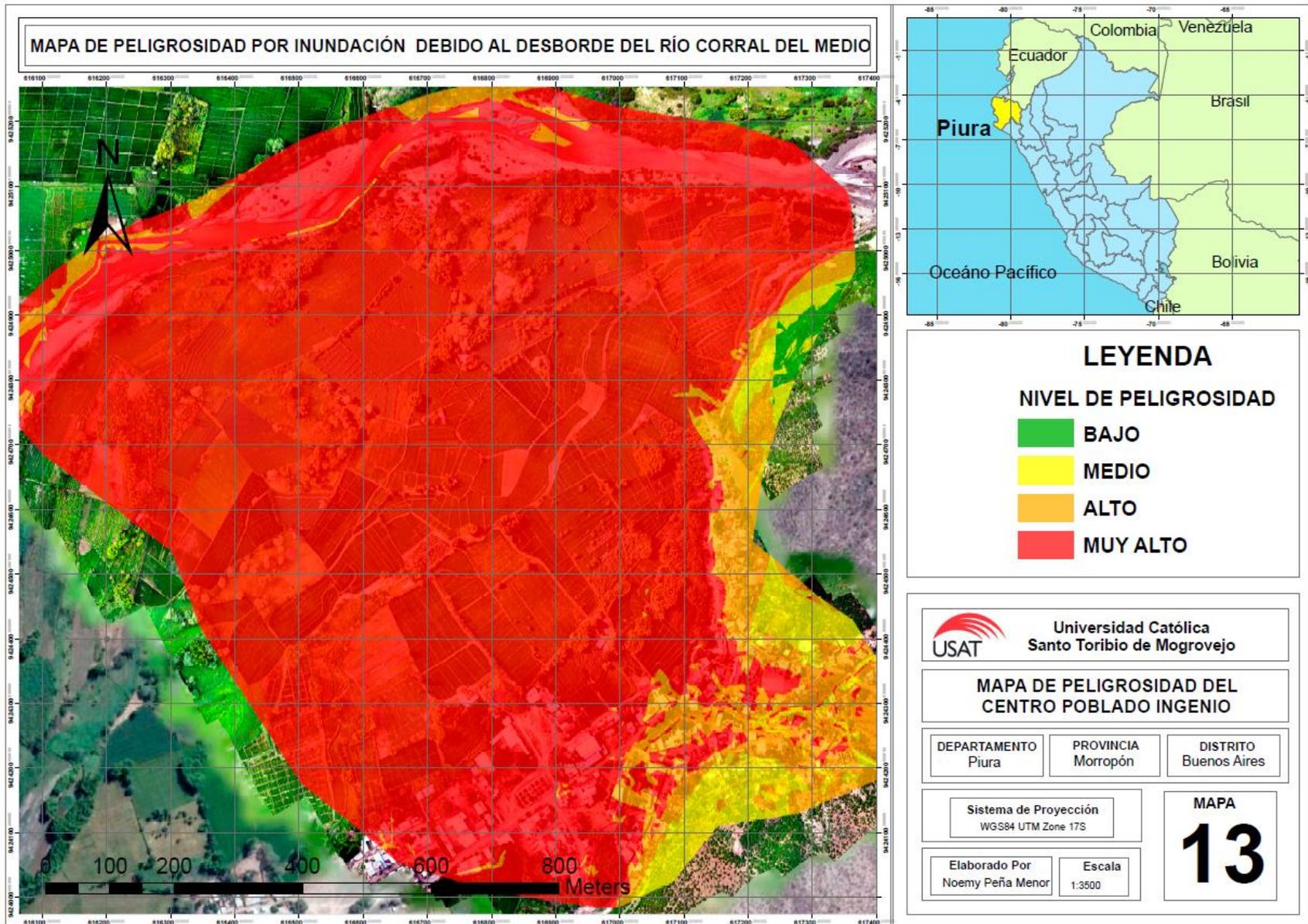
MAPA DE RIESGO - CCPP PAMPA FLORES

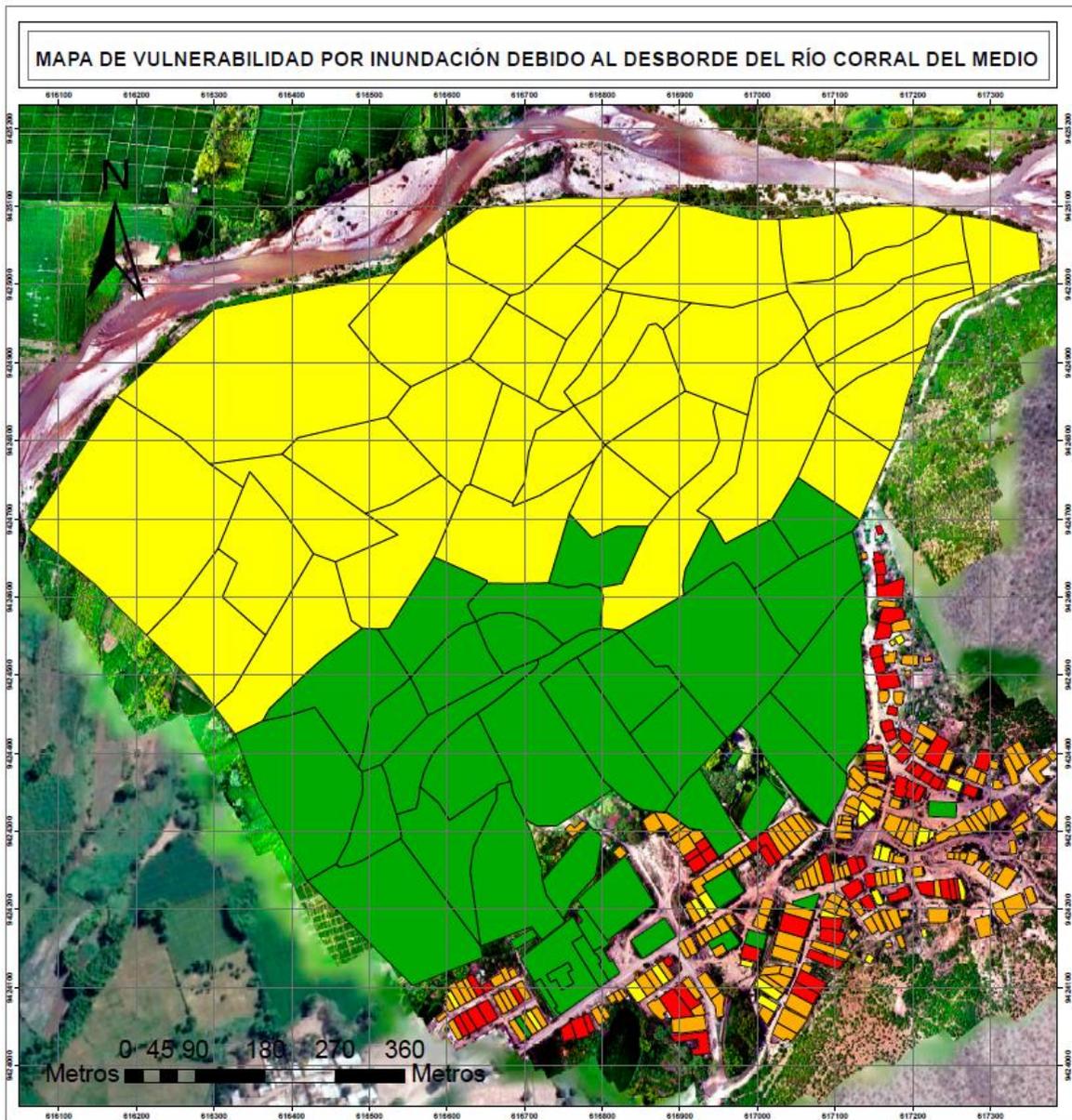
DEPARTAMENTO Piura	PROVINCIA Morropón	DISTRITO Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

Elaborado Por Noemy Peña Menor	Escala 1:2500
-----------------------------------	------------------

MAPA 12





NIVEL	N° Edificaciones Y terrenos
BAJO	40
MEDIO	57
ALTO	162
MUY ALTO	68
TOTAL	327

NIVEL DE VULNERABILIDAD POR VIVIENDA

	BAJO		MEDIO		ALTO		MUY ALTO
--	------	--	-------	--	------	--	----------

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

MAPA DE VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO INGENIO

DEPARTAMENTO
Piura

PROVINCIA
Morropón

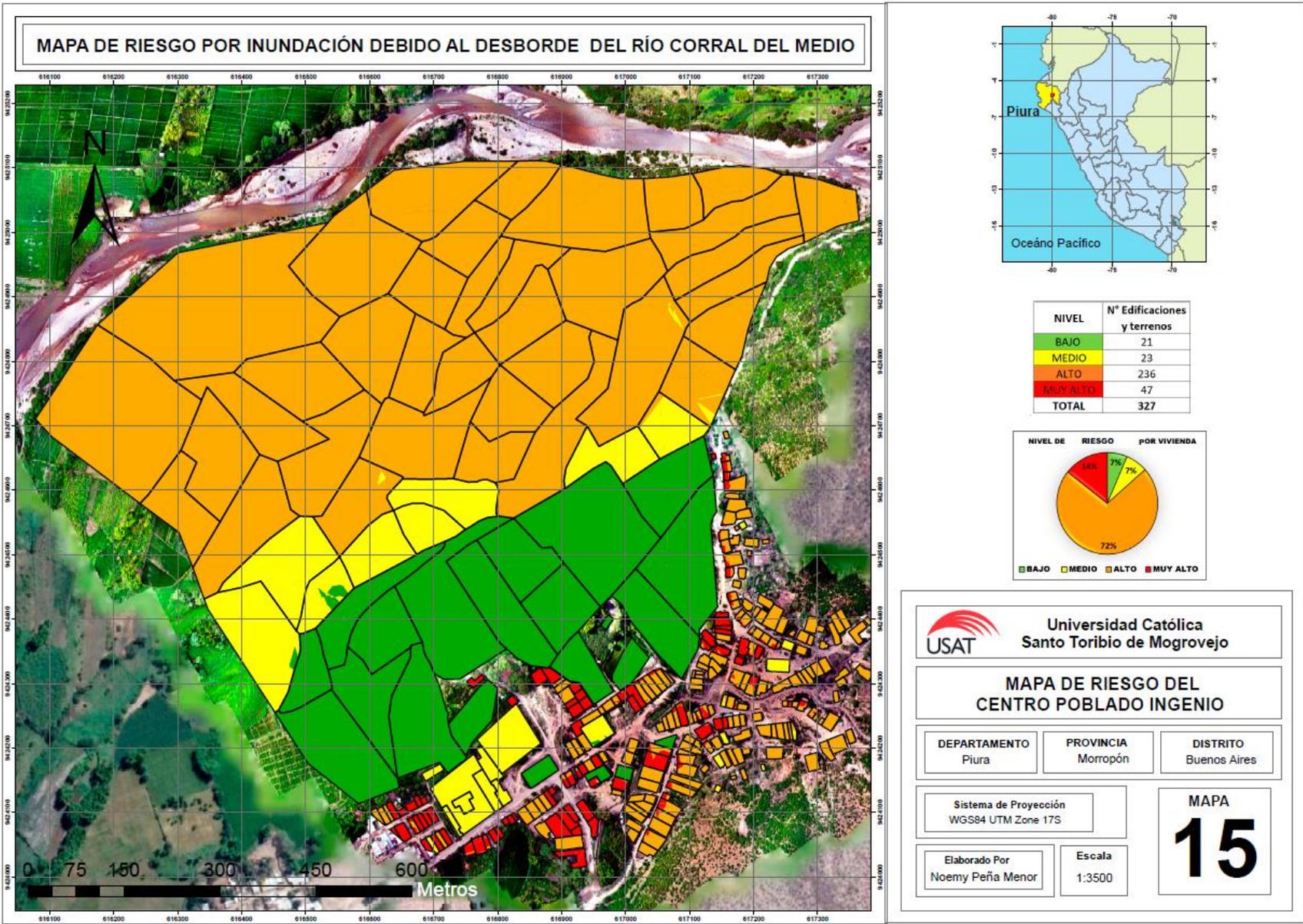
DISTRITO
Buenos Aires

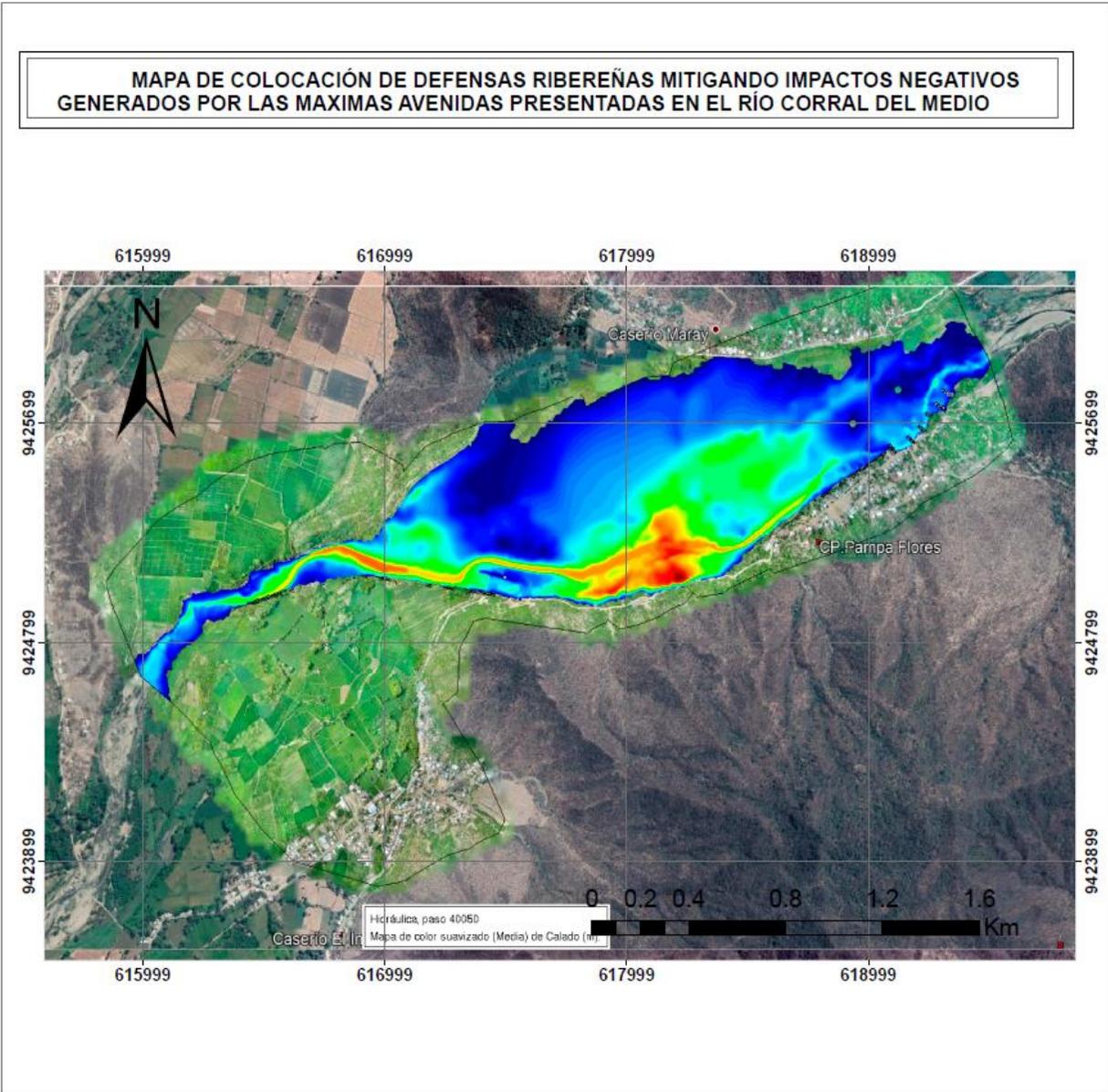
Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

MAPA
14

Elaborado Por
Noemy Peña Menor

Escala
1:3500





LEYENDA
Tirante (m) Tr = 50 años

Calado (m)
7.80
7.15
6.50
5.85
5.20
4.55
3.90
3.25
2.61
1.96
1.31
0.66
0.01

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

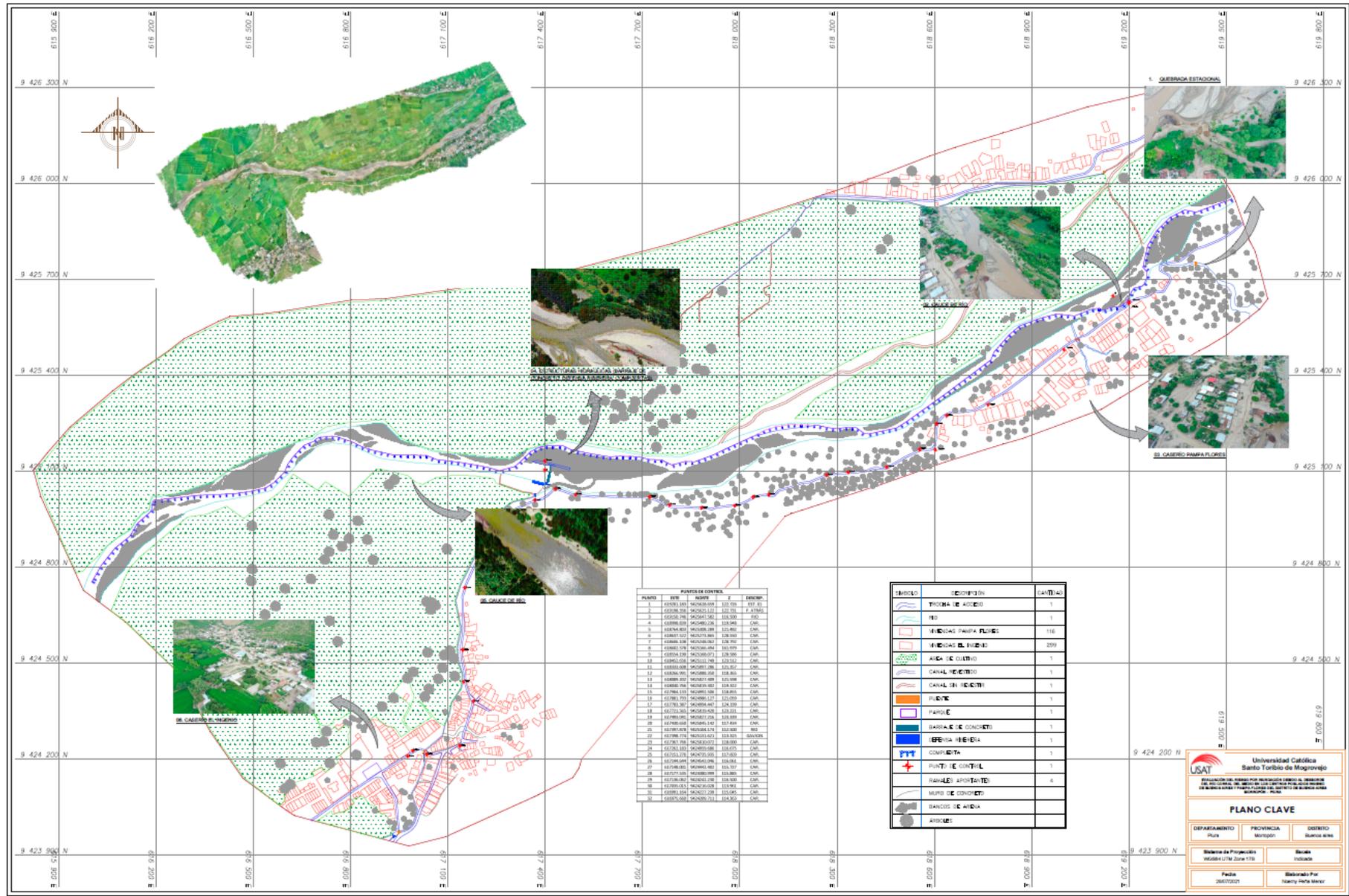
MAPA DE MITIGACION DE IMPACTOS NEGATIVOS CON LA COLOCACION DE DEFENSAS RIBEREÑAS

Departamento Piura	Provincia Morropón	Distrito Buenos Aires
-----------------------	-----------------------	--------------------------

Sistema de Proyección
WGS84 UTM Zone 17S

Elaborado Por Noemy Peña Menor	Escala Recomendada
-----------------------------------	-----------------------

MAPA
16



PUNTO	EVE	NORTE	Z	DESCRIP
1	61761.801	942600.000	107.700	PIE DE L.
2	61768.358	942592.122	107.700	P. ALTAZ.
3	61765.382	942594.580	107.500	PIE DE L.
4	61769.839	942590.228	107.490	CAN.
5	61767.880	942588.090	107.400	CAN.
6	61764.127	942577.880	107.900	CAN.
7	61768.140	942580.000	107.900	CAN.
8	61768.128	942576.000	107.900	CAN.
9	61768.128	942572.000	107.900	CAN.
10	61768.128	942568.000	107.900	CAN.
11	61768.128	942564.000	107.900	CAN.
12	61768.128	942560.000	107.900	CAN.
13	61768.128	942556.000	107.900	CAN.
14	61768.128	942552.000	107.900	CAN.
15	61768.128	942548.000	107.900	CAN.
16	61768.128	942544.000	107.900	CAN.
17	61768.128	942540.000	107.900	CAN.
18	61768.128	942536.000	107.900	CAN.
19	61768.128	942532.000	107.900	CAN.
20	61768.128	942528.000	107.900	CAN.
21	61768.128	942524.000	107.900	CAN.
22	61768.128	942520.000	107.900	CAN.
23	61768.128	942516.000	107.900	CAN.
24	61768.128	942512.000	107.900	CAN.
25	61768.128	942508.000	107.900	CAN.
26	61768.128	942504.000	107.900	CAN.
27	61768.128	942500.000	107.900	CAN.
28	61768.128	942496.000	107.900	CAN.
29	61768.128	942492.000	107.900	CAN.
30	61768.128	942488.000	107.900	CAN.
31	61768.128	942484.000	107.900	CAN.
32	61768.128	942480.000	107.900	CAN.
33	61768.128	942476.000	107.900	CAN.
34	61768.128	942472.000	107.900	CAN.
35	61768.128	942468.000	107.900	CAN.
36	61768.128	942464.000	107.900	CAN.
37	61768.128	942460.000	107.900	CAN.
38	61768.128	942456.000	107.900	CAN.
39	61768.128	942452.000	107.900	CAN.
40	61768.128	942448.000	107.900	CAN.
41	61768.128	942444.000	107.900	CAN.
42	61768.128	942440.000	107.900	CAN.
43	61768.128	942436.000	107.900	CAN.
44	61768.128	942432.000	107.900	CAN.
45	61768.128	942428.000	107.900	CAN.
46	61768.128	942424.000	107.900	CAN.
47	61768.128	942420.000	107.900	CAN.
48	61768.128	942416.000	107.900	CAN.
49	61768.128	942412.000	107.900	CAN.
50	61768.128	942408.000	107.900	CAN.
51	61768.128	942404.000	107.900	CAN.
52	61768.128	942400.000	107.900	CAN.

Símbolo	Descripción	Cantidad
	TUBERIA DE ACERO	1
	TUBERIA	1
	TUBERIA PARA FLORES	1
	TUBERIA DE B. FLORES	299
	ALBA DE CUBRO	1
	CANAL RECTO	1
	CANAL SIN RECTO	1
	PASEO	1
	PASEO	1
	BARRA DE CONCRETO	1
	BARRA DE BETA	1
	COMPLETA	1
	PUNTO DE CONTROL	1
	RAMALES APORTE	4
	MURDO DE CONCRETO	1
	BANCOS DE AREIA	1
	ARBORE	1

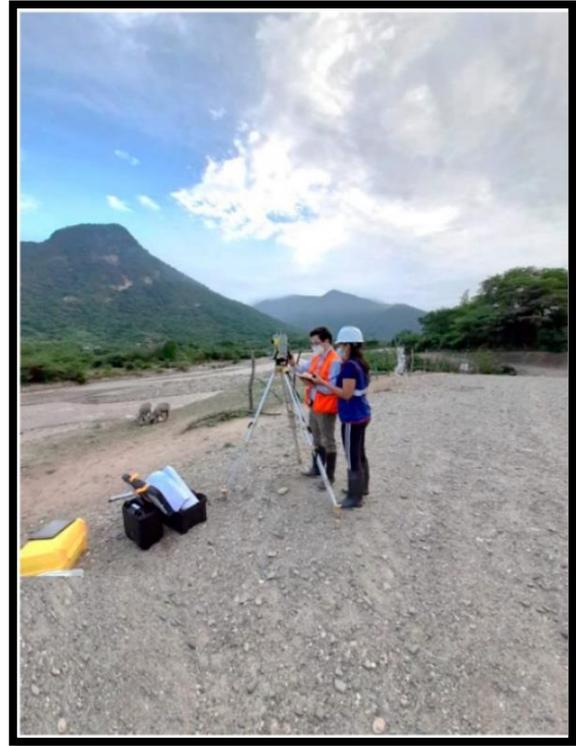
Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANO CLAVE

DEPARTAMENTO: Puno PROVINCIA: Moronga DISTRITO: Buzacoche
 Sistema de Proyección: UTM Zone 17S Escala: 1:5000
 Fecha: 2007/02/01 Elaborado Por: Henry Peña Menz

PANEL FOTOGRÁFICO

Instalación de la Estación Total en un lugar estratégico para poder realizar el levantamiento topográfico. Se ingresan coordenadas de punto de estación.



Calibración del Dron, previa configuración del plan de vuelo. Posteriormente se ejecuta el vuelo de Dron.



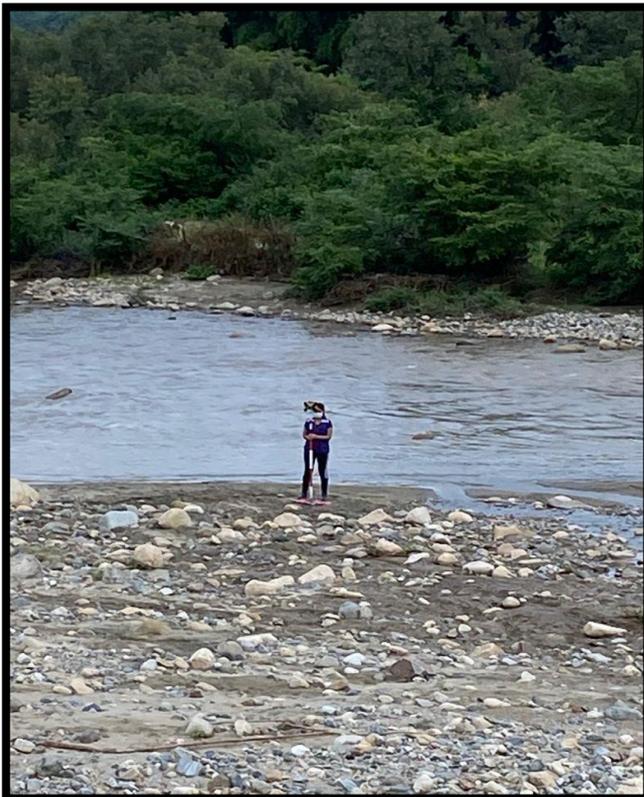
Demarcación del primer punto que luego será tomado por la estación total.



Toma de puntos en campo con ayuda de la estación total.



Los puntos tomados en campo se han efectuado con el empleo de prismas. Que permiten mayor en los puntos tomados por la estación total.



Toma de puntos en el Río Corral del medio.

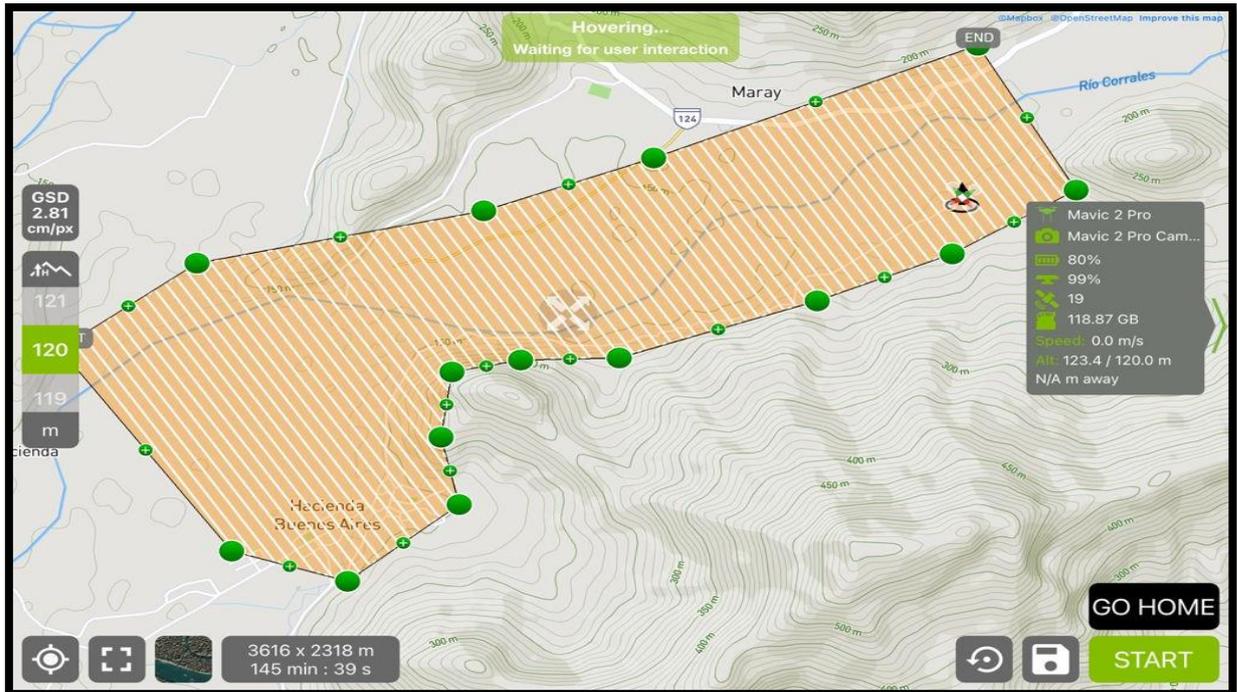


Socavación de terreno producida probablemente por el aumento del caudal de río Corral del Medio.



Socavación de terreno producido por precipitaciones de estación

Programación para vuelo de Dron Movic 2 Pro, en la Zona de estudio Centros Poblados Pampa Flores e Ingenio del distrito de Buenos Aires Morropón



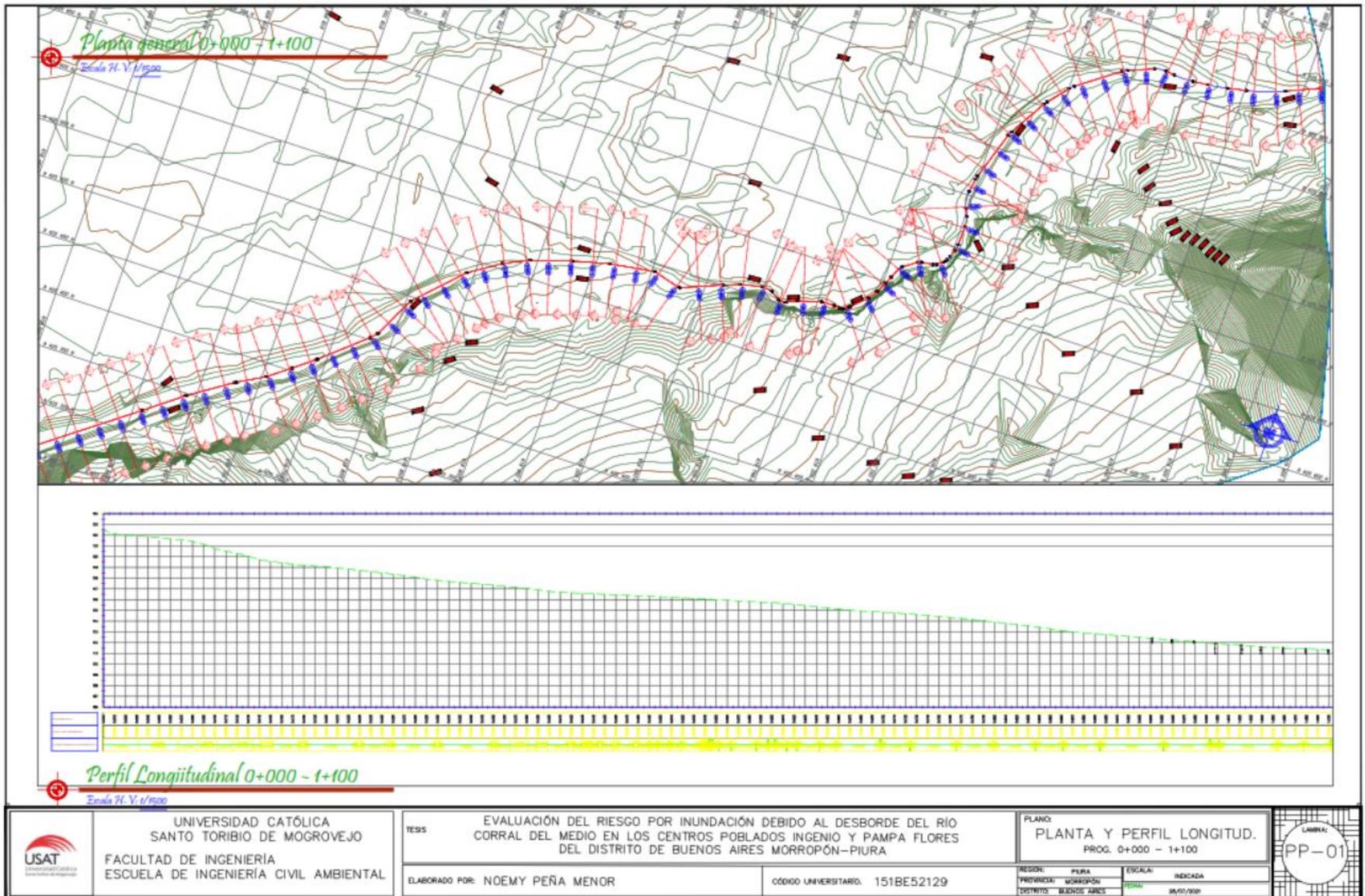
Vista en planta del área de terreno en estudio influenciada por el rio del medio. En la parte superior de la imagen se encuentra el centro poblado del Ingenio, así mismo inferiormente, Pampa Flores.

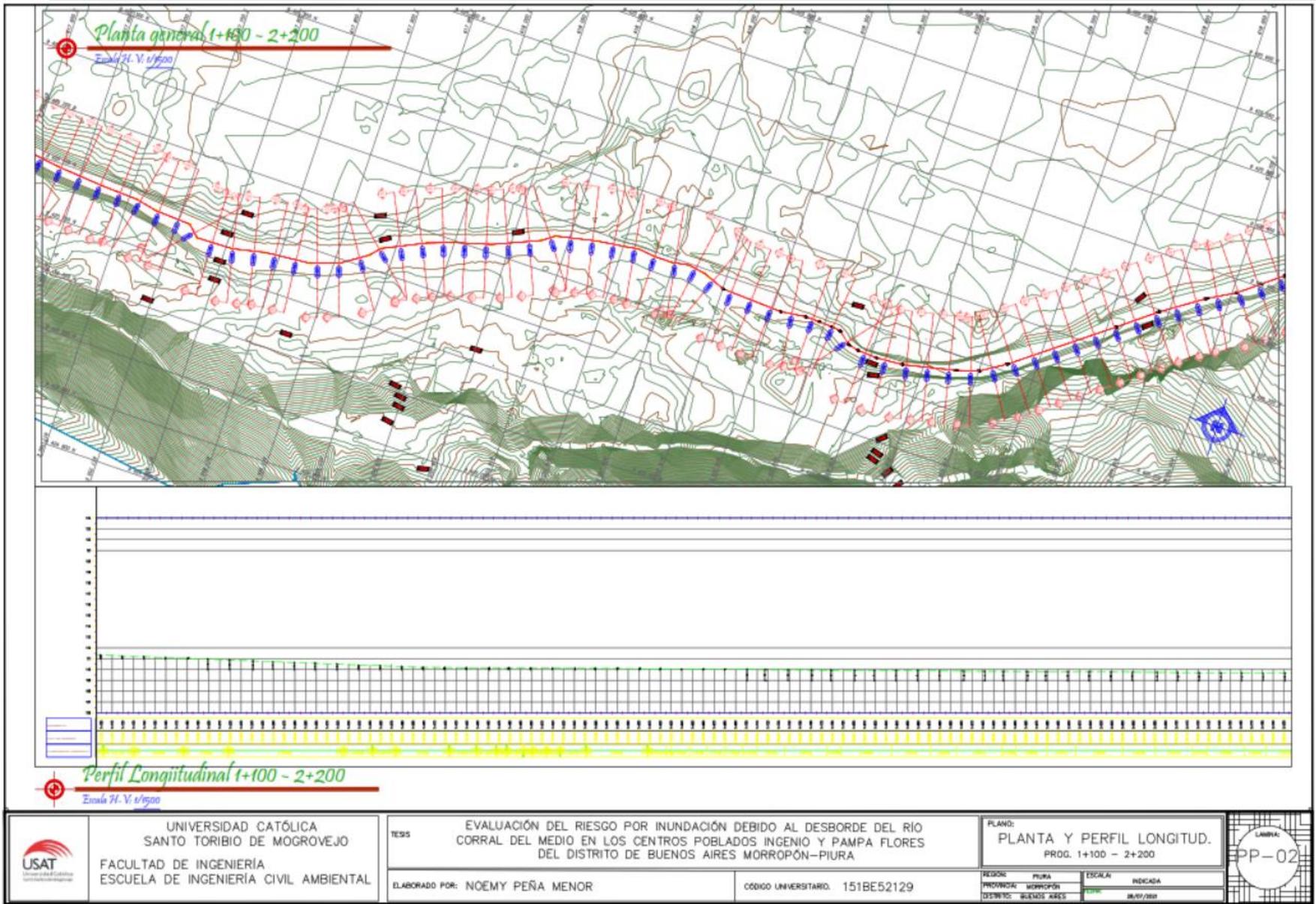


Puntos de control tomados en campo para la determinación correcta de la topografía de la zona de estudio en Evaluación

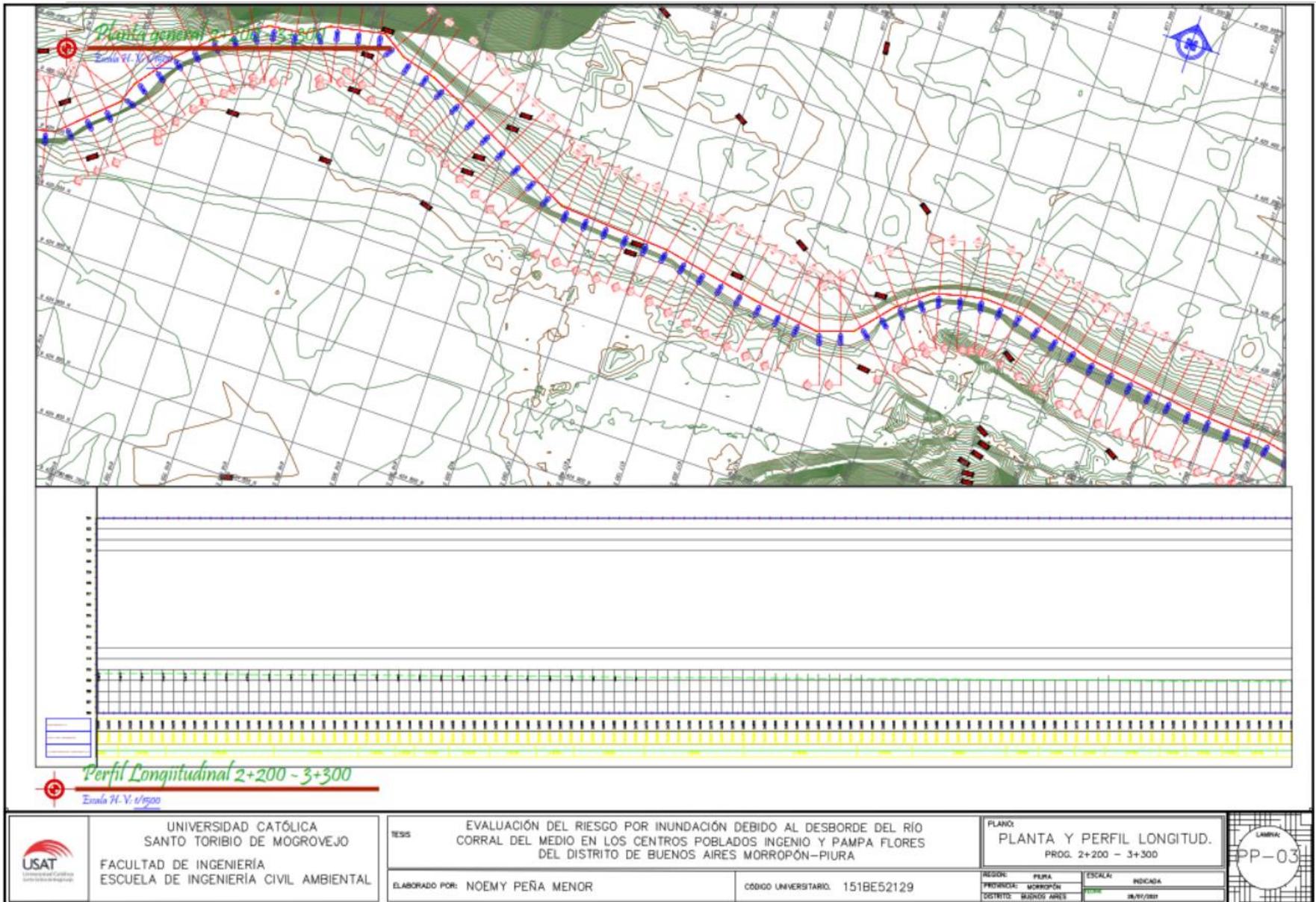
PUNTO	ESTE	NORTE	Z	DESCRIP.
1	619201.183	9425628.659	122.726	EST. 01
2	619198.356	9425625.122	122.731	P. ATRÁS
3	619150.746	9425647.582	116.500	RIO
4	618998.839	9425480.236	119.948	CAR.
5	618764.803	9425308.289	121.482	CAR.
6	618637.522	9425273.865	128.550	CAR.
7	618606.108	9425248.062	128.792	CAR.
8	618602.578	9425166.494	161.979	CAR.
9	618554.190	9425168.071	128.586	CAR.
10	618452.656	9425112.749	123.512	CAR.
11	618333.608	9425097.286	121.357	CAR.
12	618266.991	9425088.350	118.365	CAR.
13	618089.202	9425027.409	121.598	CAR.
14	618040.766	9425019.302	119.322	CAR.
15	617984.133	9424992.506	118.855	CAR.
16	617881.793	9424986.127	121.059	CAR.
17	617783.387	9424994.447	124.199	CAR.
18	617721.565	9425019.420	123.221	CAR.
19	617493.041	9425027.216	123.339	CAR.
20	617430.650	9425045.142	117.434	CAR.
21	617397.878	9425104.174	112.500	RIO
22	617398.774	9425131.621	113.325	GAVION
23	617367.766	9425010.072	118.000	CAR.
24	617262.183	9424959.686	116.675	CAR.
25	617151.276	9424735.935	117.603	CAR.
26	617144.644	9424542.046	116.061	CAR.
27	617148.001	9424442.402	115.727	CAR.
28	617177.535	9424380.999	115.885	CAR.
29	617136.062	9424242.230	116.500	CAR.
30	617035.015	9424216.028	113.961	CAR.
31	616991.164	9424227.239	115.045	CAR.
32	616975.660	9424209.711	114.363	CAR.

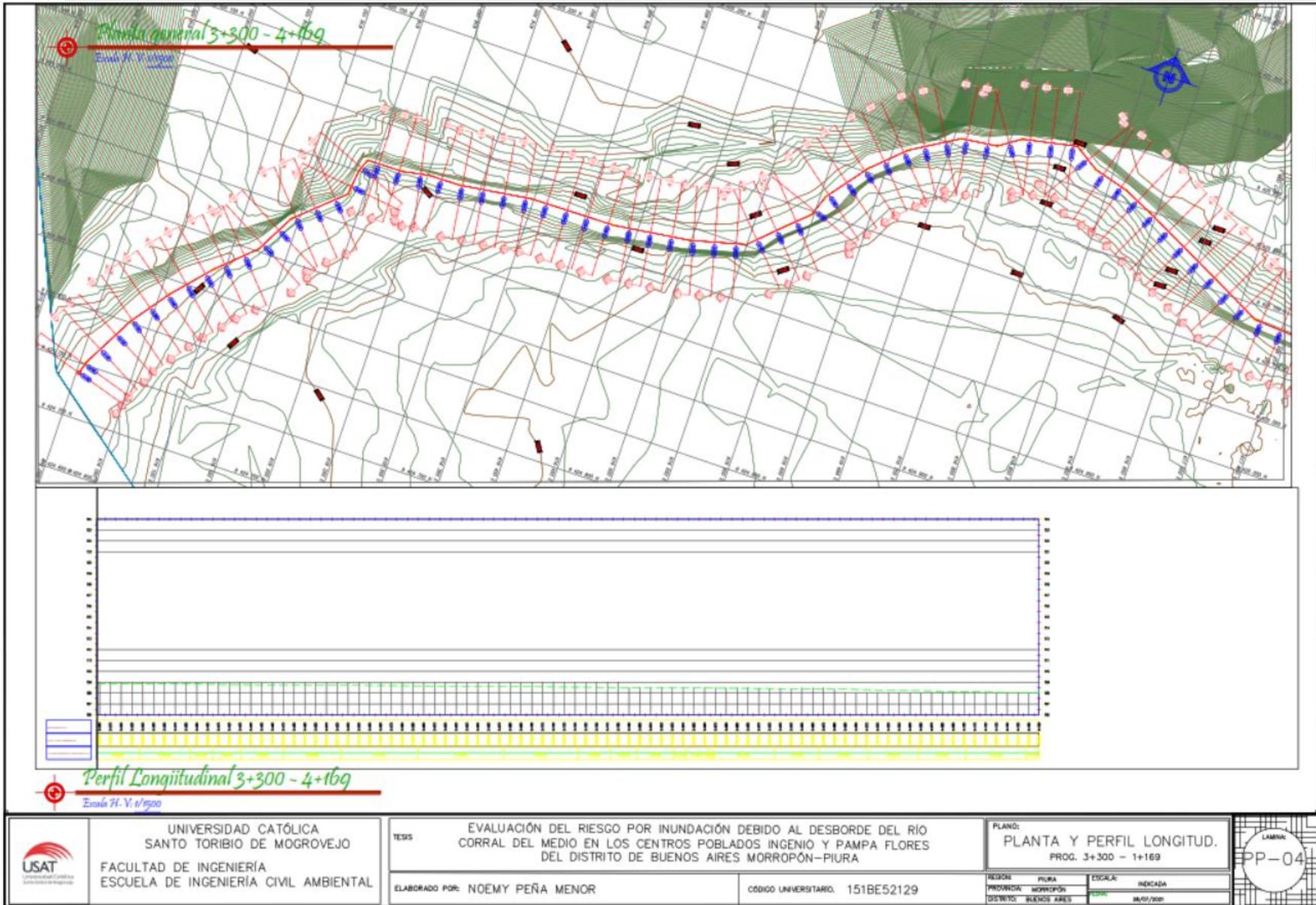
Parte del perfil longitudinal del río Corral del Medio obtenido del procesado de datos en gabinete.





 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p>	<p>TESIS</p> <p>EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEBIDO AL DESBORDE DEL RÍO CORRAL DEL MEDIO EN LOS CENTROS POBLADOS INGENIO Y PAMPA FLORES DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES MORROPÓN-PIURA</p>	<p>PLANO:</p> <p>PLANTA Y PERFIL LONGITUD.</p> <p>PROG. 1+100 - 2+200</p>	<p>LÁMINA:</p> <p>PP-02</p>											
	<p>ELABORADO POR: NOEMY PEÑA MENOR</p>	<p>CÓDIGO UNIVERSITARIO: 151BE52129</p>		<table border="1"> <tr> <td>REGIÓN:</td> <td>PIURA</td> <td>ESCALA:</td> <td>INDICADA</td> </tr> <tr> <td>PROVINCIA:</td> <td>MORROPÓN</td> <td>FECHA:</td> <td>18/07/2019</td> </tr> <tr> <td>DISTRITO:</td> <td>BUENOS AIRES</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	REGIÓN:	PIURA	ESCALA:	INDICADA	PROVINCIA:	MORROPÓN	FECHA:	18/07/2019	DISTRITO:	BUENOS AIRES
REGIÓN:	PIURA	ESCALA:	INDICADA											
PROVINCIA:	MORROPÓN	FECHA:	18/07/2019											
DISTRITO:	BUENOS AIRES													





UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TEMA: EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEBIDO AL DESBORDE DEL RÍO
CORRAL DEL MEDIO EN LOS CENTROS POBLADOS INGENIO Y PAMPA FLORES
DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES MORROPÓN-PIURA

ELABORADO POR: NOEMY PEÑA MENOR

CÓDIGO UNIVERSITARIO: 151BE52129

PLANO:
PLANTA Y PERFIL LONGITUD.
PROG. 3+300 - 1+169

REGION: PIURA ESCALA: INECADA
PROVINCIA: MORROPÓN 1:5000
DISTRITO: BUENOS AIRES

