

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**I CONGRESO INTERNACIONAL DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD**

**Simposio 2: Ciencias sociales y desarrollo comunitario sostenible**

**FUNDAMENTACION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL RIO JULCUY Y  
PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS  
HIDRICOS EN LA ZONA SUR DE MANABI**

Cueva Schettini Erick Yair<sup>1</sup>, Navarrete Schettini Gabriel<sup>2</sup>, Ávila Martínez María<sup>3</sup>, Paul  
Legtong<sup>4</sup>

**RESUMEN**

La agricultura y ganadería son las actividades que potencialmente se desarrollan en los principales cantones en la zona sur de Manabí y que sirve como fuente de ingreso para sus habitantes teniendo en cuenta que el principal problema recalca en el déficit del agua en épocas de estiaje

El presente proyecto se fundamenta en el análisis hidrológico de la cuenca Julcuy y la valoración del recurso hídrico que esta produce, información que sirve de insumo para plantear proyectos de aprovechamiento del líquido vital, ya que la principal característica de la demarcación hidrográfica de Manabí (DHM) es el no aporte de los deshielo de la cordillera de los andes y la discontinuidad de las lluvias durante el año

Durante la investigación se tomó como información la base los datos de las estaciones pluviométricas, M0169 (Julcuy), M0451 (El anegado) del INAMHI durante el periodo 1980-2015. Para el llenado de los datos faltantes se lo obtuvo mediante el método de correlación ortogonal, el análisis de la demanda de agua se utilizó los censos de población y vivienda de los años 1990, 2001, 2010, donde luego de un análisis de oferta y demanda se propone la construcción de una presa con un almacenamiento de 59 hm<sup>3</sup> volumen acto para abastecer 1000 hectáreas de riego y dotar de agua potable a cantones de la zona sur de Manabí

**PALABRAS CLAVES:** fundamentación, hidrológico, recursos hídricos

---

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, [yair191@hotmail.es](mailto:yair191@hotmail.es)

<sup>2</sup> ESPAM-MFL. Calceta – Ecuador, [gnavarrete@espam.edu.ec](mailto:gnavarrete@espam.edu.ec)

<sup>3</sup> Consultor Independiente. Calceta – Ecuador, [fabiaavila13@hotmail.com](mailto:fabiaavila13@hotmail.com)

<sup>4</sup> ESPAM-MFL. Calceta – Ecuador, [jonathanmeme95@gmail.com](mailto:jonathanmeme95@gmail.com)

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de investigación busca realizar un estudio o fundamentación hidrológica de la cuenca del río Julcuy, el mismo que se encuentra al sur de la Demarcación Hidrográfica de Manabí; a su vez se llevará a cabo la revisión de estudios previos relacionados con la hidrología, caudales, precipitaciones y aprovechamiento de recursos hídricos realizados por las diferentes instituciones y/o investigadores.

El diseño de ingeniería en los proyectos de aprovechamiento hídrico requiere de información hidrológica para su adecuado dimensionamiento. Desafortunadamente, en el Ecuador se dispone únicamente de datos de precipitaciones y, muy escasamente, de caudales registrados, en vista de lo cual se dificulta determinar la escorrentía y evaluar la producción hídrica de las cuencas. Para paliar esta situación, en la práctica, se recurre a modelos empíricos y semi-empíricos desarrollados en otros países, de acuerdo con sus propias condiciones climáticas, que no son necesariamente aplicables al territorio ecuatoriano (Cardona, 2015).

Una vez obtenidos los resultados de los estudios se verificarán las actividades efectuadas por las diferentes organizaciones gubernamentales o no gubernamentales durante la ejecución de los estudios y proyectos, para así analizar lo que se ha hecho y lo que aún falta por concretar para encontrar una solución a la problemática.

La investigación realizada contribuirá con la información necesaria para buscar las respuestas con el fin de plantear posibles proyectos que logren solucionar la escasez del líquido vital en épocas de verano y aprovechar los recursos hídricos.

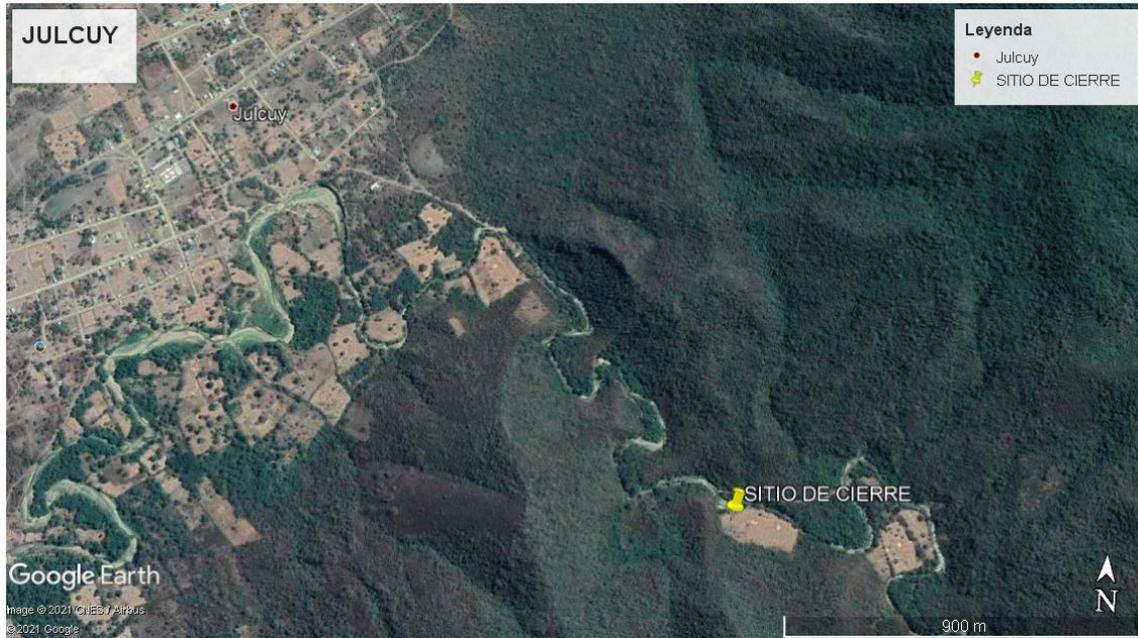
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **UBICACION**

El trabajo de investigación se realizó en la cuenca del río Julcuy localizada en la parroquia Julcuy perteneciente al Cantón Jipijapa – Manabí.

X=542776

Y=9836253



## DESARROLLO

La investigación fue de carácter investigativo-experimental con el fin de proponer nueva alternativa para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos existentes en la cuenca del río Julcuy en el sur de Manabí.

Para proponer dicha alternativa se aplicaron técnicas de estudio como recolección de datos, estadística, procedimiento y análisis de la información recaudada. Insumos básicos como precipitaciones mensuales y máximas en 24 horas de las estaciones meteorológicas aledañas a la zona de estudio fueron requeridos en la investigación, Luego, se emplearon modelos digitales de elevación (DEM) de la zona del estudio, la resolución de los mencionados DEM fue de 3x3 metros. Se emplearon también mapas de uso de suelo elaborados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), correspondientes a los años 2000, 2008, 2014,2016. Finalmente, se utilizaron los resultados de los censos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) de la zona de estudio de los años 1990, 2001, 2010.

Luego de la recolección de datos se procedió con la caracterización de la cuenca del río Julcuy, realizando un sin números de actividades como fueron, sitio de cierre, delimitación de la cuenca, cálculo de parámetros morfométricos como área de la cuenca, longitud del río principal, desnivel, dato de la cobertura vegetal existente en la zona, para concluir con la recolección de datos se realizó el análisis hidrológico y la oferta y demanda hídrica de la cuenca del río Julcuy.

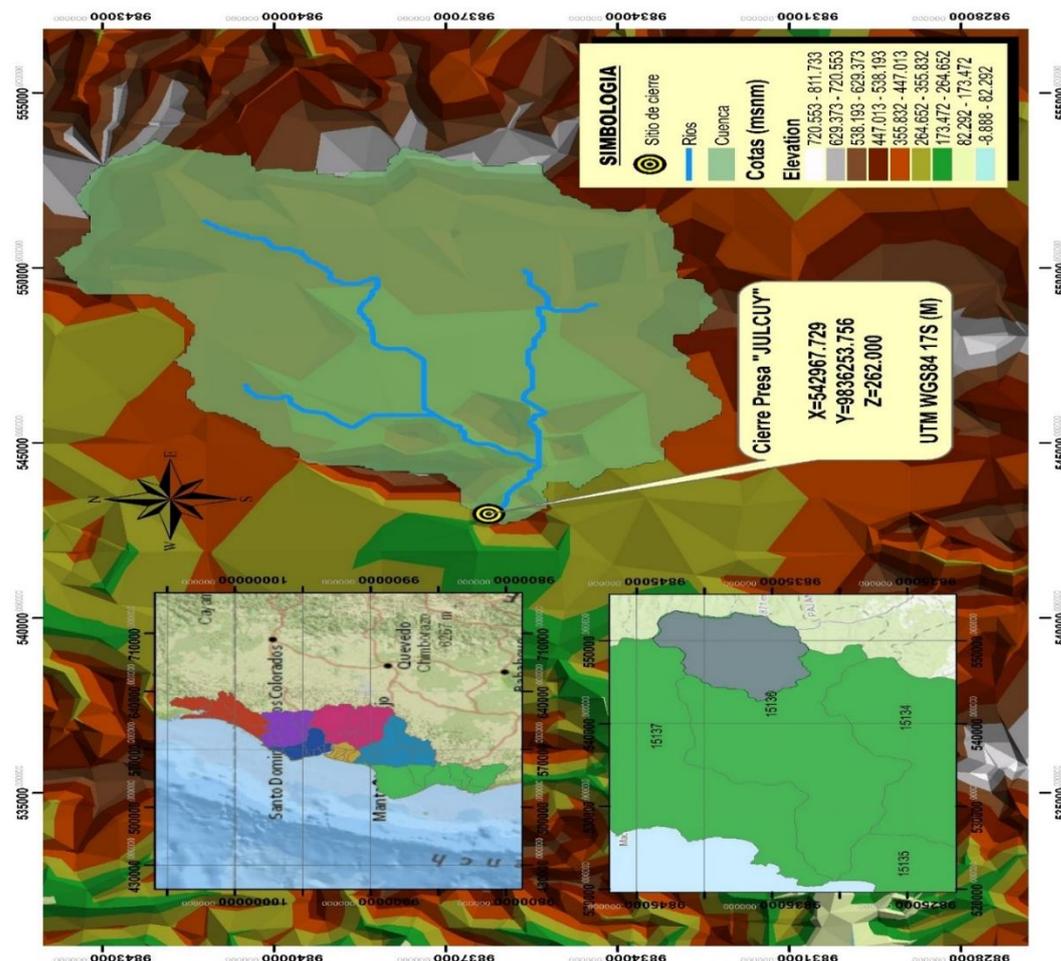
## RESULTADOS

### Identificación y caracterización de la cuenca

Tomando en cuenta las recomendaciones suscritas en el capítulo tres se estableció un sitio de cierre calculando los parámetros morfométricos de la cuenca descritos en los siguientes gráficos y tablas de resultados.

**Figura 4. 1**

*Caracterización grafica de una cuenca*



Fuente: Elaboración de los autores

## Numero de curva de la cuenca

El número de curva ponderado de toda cuenca la cuenca es de 78 sin embargo la necesidad de esta investigación requiere el cálculo del CN para cada microcuenca tal como se observas los resultados en la tabla siguiente junto con el mapa de uso de suelo.

**Tabla 4. 1**

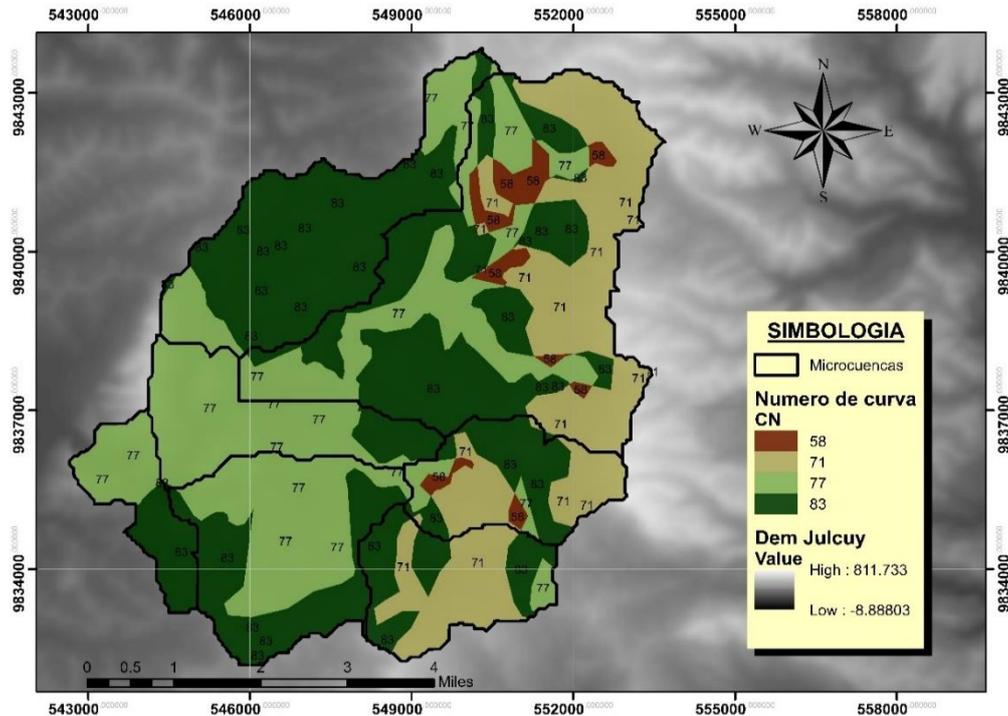
*Estudio de área de una curva*

SUBCUENCA	AREA (Km <sup>2</sup> )	AREA DE NUMERO DE CURVA				CN PONDERADO
		58	71	77	83	
1	13.72			2.79 20.34%	10.93 79.66%	82
2	30.50	1.73 5.69%	10.14 33.23%	7.40 24.27%	11.23 36.81%	76
3	7.58			6.39 84.36%	1.19 15.64%	78
4	3.89			2.05 52.65%	1.84 47.35%	80
5	11.74		0.0007 0.01%	6.78 57.74%	4.96 42.25%	80
6	6.88	0.36 5%	3.19 46%	0.60 8.72%	2.73 39.66%	76
7	7.04		3.83 54.37%	0.34 4.83%	2.87 40.80%	76
<b>Σ</b>	<b>81.34</b>					<b>78</b>

Diseño y elaborado por autores

**Figura 4. 2**

*Especificaciones número de curva de la curva de Julcuy Value*



*Fuente: Elaboración de los autores*

## **Estadística en series meteorológicas**

Para el llenado de las series se utilizó la metodología explicada anteriormente donde se escogió la estación M0169 como la estación base de tal manera que se obtuvieron siete ecuaciones para las series de datos medios mensuales y de la misma manera para la serie de datos máximas en 24 horas.

### **Tabla 4. 2**

*Datos meteorológicos Vol. 7*

SERIE DE DATOS MENSUALES															
NOMBRE: JULCUY							LATITUD: 16 28' 28.3" S LONGITUD: 80G 37' 34.2" W								
CODIGO: M0163							ELEVACION: 263.00								
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA	Precipitacion anual(mm/año)
1980	13,10	17,00	136,90	41,70	13,00	2,40	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	225,10	18,76	225,10
1981	35,90	92,60	109,80	39,60	0,00	0,40	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	281,10	23,43	281,10
1982	10,40	6,30	13,40	37,40	12,60	0,00	0,00	0,00	2,30	14,20	58,80	128,20	283,60	23,63	283,60
1983	143,00	69,40	143,20	251,60	414,50	235,40	166,20	17,70	8,80	1,10	13,00	16,70	1480,60	123,38	1480,60
1984	2,00	188,40	149,90	40,60	6,60	13,00	0,50	0,80	1,30	0,90	0,00	43,50	447,50	37,29	447,50
1985	32,00	50,90	99,20	15,00	17,90	3,20	0,00	0,00	4,60	0,80	0,00	44,60	268,20	22,35	268,20
1986	182,40	100,50	60,00	46,30	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4,80	396,00	33,00	396,00
1987	63,50	335,00	142,00	93,90	16,60	0,60	0,20	12,20	1,00	4,30	0,00	36,30	705,60	58,80	705,60
1988	71,90	94,80	19,30	72,80	24,50	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	289,10	24,09	289,10
1989	85,30	139,60	77,20	112,10	16,60	3,40	0,00	0,60	0,00	0,40	0,00	8,50	443,70	36,98	443,70
1990	72,30	47,90	64,30	31,90	1,00	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,50	18,29	219,50
1991	21,30	95,50	15,80	17,70	19,90	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	7,80	186,20	15,52	186,20
1992	86,00	131,60	216,70	260,50	88,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	785,80	65,48	785,80
1993	51,70	290,40	94,20	63,80	6,00	29,40	0,00	0,50	0,60	0,00	0,00	41,30	577,90	48,16	577,90
1994	122,80	80,10	215,50	63,50	97,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,40	659,30	54,94	659,30
1995	101,90	86,60	19,80	42,40	26,50	0,00	7,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	286,50	23,88	286,50
1996	65,00	95,29	88,88	6,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,78	21,31	255,78
1997	101,60	128,50	204,00	122,50	37,80	84,60	19,20	14,50	17,00	34,60	141,30	2843,60	3749,20	312,43	3749,20
1998	2722,80	3220,00	2771,20	659,40	211,60	52,80	10,00	3,50	1,20	0,00	0,00	3,20	9655,70	804,64	9655,70
1999	19,10	220,80	167,80	174,20	19,00	2,20	3,20	3,50	1,80	0,00	5,30	7,60	624,50	52,04	624,50
2000	4,20	79,80	99,40	86,20	35,90	3,30	0,00	1,00	0,00	0,00	0,20	9,00	319,00	26,58	319,00
2001	166,90	152,20	244,70	67,60	12,50	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,40	6,70	652,80	54,40	652,80
2002	110,80	391,20	272,60	112,30	21,70	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	10,10	24,40	947,60	78,97	947,60
2003	100,70	157,90	40,30	54,50	37,60	1,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,80	406,00	33,83	406,00
2004	25,80	127,90	51,20	23,30	22,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	250,90	20,91	250,90
2005	8,30	83,40	86,00	101,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70	284,90	23,74	284,90
2006	613,90	178,10	121,60	4,20	5,00	0,00	0,00	1,80	6,90	0,00	0,00	7,50	939,00	78,25	939,00
2007	47,50	34,00	170,30	130,20	12,90	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	401,10	33,43	401,10
2008	155,00	169,30	147,70	26,80	24,50	6,30	0,00	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00	532,70	44,39	532,70
2009	93,00	100,70	70,60	37,50	5,10	0,60	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	311,70	25,98	311,70
2010	85,50	126,00	177,60	43,70	22,90	0,00	1,90	20,00	1,60	0,00	2,00	32,40	513,60	42,80	513,60
2011	60,40	164,30	33,70	95,40	0,00	8,50	2,38	0,00	4,80	0,00	0,00	21,50	390,98	32,58	390,98
2012	60,40	33,20	20,60	22,10	5,90	17,40	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	12,20	172,10	14,34	172,10
2013	22,60	15,90	45,50	37,70	6,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,30	138,50	11,54	138,50
2014	190,70	85,50	53,90	79,30	18,70	11,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,50	498,20	41,52	498,20
2015	18,80	53,20	173,90	189,10	27,00	25,10	1,30	0,00	0,00	0,00	2,20	148,50	639,10	53,26	639,10
														Precipitacion media multianual (mm)	811,64

Diseño y elaboración por autores

También se presenta los valores de lluvia anual junto con el resultado de la precipitación media multianual y las precipitaciones máximas en 24 horas.

**Tabla 4. 3**

*Datos meteorológicos Vol. 8*

**SERIE DE DATOS MENSUALES**

NOMBRE: EL ANEGADO														LATITUD: 16 28' 46" S		LONGITUD: 80G 32' 19" W	
CODIGO: M0451														ELEVACION: 398.00			
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA	Precipitacion anual(mm/año)		
1980	23,10	38,10	17,40	69,40	6,80	19,30	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00	176,00	14,67	176,00		
1981	33,30	215,60	163,10	115,60	0,00	0,00	12,40	0,00	4,00	0,00	0,00	15,30	559,30	46,61	559,30		
1982	93,70	32,00	85,80	60,40	5,20	0,70	0,00	0,90	22,70	33,70	158,60	352,30	846,00	70,50	846,00		
1983	258,20	179,20	96,51	317,40	341,10	327,10	349,20	0,00	78,06	52,20	54,40	0,00	2053,37	171,11	2053,37		
1984	0,00	377,70	83,40	85,30	3,50	78,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00	646,54	53,88	646,54		
1985	165,80	204,40	139,80	54,40	79,31	0,00	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	76,85	55,30	778,96	64,91	778,96	
1986	345,30	264,10	66,30	249,20	77,06	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	10,00	99,00	1114,16	92,85	1114,16		
1987	367,00	360,50	316,60	296,70	305,50	110,50	138,50	83,90	116,80	100,20	140,00	108,00	2444,20	203,68	2444,20		
1988	177,00	197,10	122,80	198,70	141,50	178,90	161,50	174,00	188,40	140,00	170,00	185,60	2035,50	169,63	2035,50		
1989	224,10	213,80	232,50	184,20	370,00	289,60	200,80	200,00	298,20	211,00	171,80	213,50	2809,50	234,13	2809,50		
1990	227,50	179,20	212,50	180,30	182,80	182,00	214,80	179,00	211,30	198,10	228,70	204,70	2400,90	200,08	2400,90		
1991	159,00	166,00	217,80	169,00	211,00	201,50	184,50	184,20	159,50	189,40	137,50	149,00	2128,40	177,37	2128,40		
1992	218,00	173,00	231,00	232,60	259,60	177,00	0,00	76,85	76,85	76,85	76,85	76,85	1675,45	139,62	1675,45		
1993	83,95	204,40	450,30	235,20	81,70	52,60	15,30	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	1147,45	95,62	1147,45		
1994	118,80	156,20	227,70	263,10	100,60	17,70	0,00	0,00	22,30	0,00	0,00	125,80	1032,20	86,02	1032,20		
1995	158,90	142,40	85,70	88,70	46,30	10,60	32,90	21,70	0,00	0,00	0,40	0,40	588,00	49,00	588,00		
1996	13,60	38,10	15,20	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,40	5,95	71,40		
1997	20,40	42,50	52,10	49,00	54,40	48,20	19,90	11,50	25,00	20,80	101,60	152,90	598,30	49,86	598,30		
1998	86,30	517,60	483,40	63,40	68,60	29,50	9,10	14,90	5,00	1,80	1,30	0,30	1281,20	106,77	1281,20		
1999	13,00	67,00	140,30	290,10	85,40	6,80	13,80	4,10	8,60	11,90	0,00	22,80	663,80	55,32	663,80		
2000	89,30	292,60	376,70	88,68	81,78	77,30	5,30	1,00	0,50	0,00	0,40	10,00	1023,57	85,30	1023,57		
2001	94,90	97,70	214,80	182,60	24,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	614,30	51,19	614,30		
2002	50,60	205,20	259,90	142,30	40,00	13,90	0,00	0,00	0,00	0,00	76,85	78,24	80,20	947,19	78,93	947,19	
2003	113,30	194,60	45,90	93,70	68,70	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	13,60	531,00	44,25	531,00		
2004	101,90	413,50	110,60	41,30	52,40	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	720,40	60,03	720,40		
2005	0,80	150,80	172,30	136,70	136,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	635,00	52,92	635,00		
2006	71,60	221,80	166,20	98,00	25,60	12,50	0,00	0,00	26,30	0,00	0,00	30,60	652,60	54,38	652,60		
2007	51,70	55,30	123,40	134,70	65,60	47,40	6,50	0,00	0,00	0,00	3,70	3,40	491,70	40,98	491,70		
2008	340,80	377,20	338,20	138,80	129,00	23,50	3,40	9,60	4,60	12,90	1,30	1,80	1381,10	115,09	1381,10		
2009	145,20	111,10	114,30	141,30	34,40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,60	556,40	46,37	556,40		
2010	197,40	149,50	360,50	145,30	78,90	4,80	6,80	2,60	3,50	1,40	4,60	112,90	1068,20	89,02	1068,20		
2011	116,80	165,80	64,60	126,90	28,30	8,40	15,90	0,00	8,30	4,10	9,30	85,70	634,10	52,84	634,10		
2012	238,80	81,41	304,60	101,60	111,60	36,10	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	4,90	882,51	73,54	882,51		
2013	198,60	113,40	191,00	101,70	30,10	7,10	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	651,00	54,25	651,00		
2014	60,90	73,50	131,30	71,40	68,90	38,70	0,00	5,20	3,70	6,30	0,00	16,80	476,70	39,73	476,70		
2015	77,80	79,60	395,60	113,40	103,50	41,70	21,40	0,00	0,00	0,00	11,30	50,00	894,30	74,53	894,30		
<b>Precipitacion media multianual (mm)</b>															<b>1033,63</b>		

Diseño y elaboración por autores

**Tabla 4. 4**

*Datos meteorológicos Vol. 9*

SERIE DE DATOS MAXIMOS EN 24 HORAS																
NOMBRE: JULCLY											LATITUD: 16 28' 28.3" S					LONGITUD: 80G 37' 34.2" W
CODIGO: M0169											ELEVACION: 263.00					
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA	PRECIPITACION MAX.24h	
1980	8,00	6,00	77,30	12,00	5,00	1,40	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	110,70	9,23	77,30	
1981	23,20	19,80	22,50	9,20	0,00	0,40	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	77,00	6,42	23,20	
1982	2,60	2,00	6,40	27,50	11,40	0,00	0,00	0,00	1,20	6,20	26,60	37,60	121,50	10,13	37,60	
1983	27,70	9,90	20,10	50,10	81,00	40,00	33,20	12,30	4,30	0,80	13,00	10,00	302,40	25,20	81,00	
1984	2,00	21,20	57,60	12,40	4,30	9,80	0,50	0,80	0,90	0,50	0,00	22,40	132,40	11,03	57,60	
1985	7,00	18,20	46,20	8,50	6,60	1,00	0,00	0,00	3,60	0,80	0,00	21,50	113,40	9,45	46,20	
1986	41,35	55,70	21,10	9,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	3,00	132,15	11,01	55,70	
1987	13,10	66,00	37,00	21,30	5,00	0,60	0,20	8,80	0,50	2,00	0,00	31,50	186,00	15,50	66,00	
1988	16,40	24,00	12,20	44,10	7,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	108,30	9,03	44,10	
1989	25,00	27,00	19,20	19,80	9,20	1,60	0,00	0,60	0,00	0,40	0,00	7,30	110,10	9,18	27,00	
1990	29,60	13,40	15,20	12,60	1,00	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,20	6,10	29,60	
1991	8,20	20,30	5,70	16,20	9,50	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	3,90	72,00	6,00	20,30	
1992	24,00	34,50	55,00	71,90	19,60	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	208,00	17,33	71,90	
1993	13,00	47,00	15,60	13,30	4,20	15,80	0,00	0,50	0,60	0,00	0,00	26,00	136,00	11,33	47,00	
1994	39,20	58,00	51,10	15,20	52,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,80	245,80	20,48	58,00	
1995	35,90	22,00	6,20	13,50	16,00	0,00	6,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	102,40	8,53	35,90	
1996	17,40	25,60	18,40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,90	5,41	25,60	
1997	32,50	31,00	32,60	25,50	9,00	49,00	10,20	5,00	9,80	28,20	51,00	502,00	785,80	65,48	502,00	
1998	552,00	758,00	999,90	178,00	40,00	16,80	6,80	3,50	0,60	0,00	0,00	3,20	2558,80	213,23	999,90	
1999	13,20	55,00	47,00	51,30	5,80	2,20	1,80	2,70	1,80	0,00	2,90	3,00	186,70	15,56	55,00	
2000	4,20	41,50	27,70	29,70	8,00	1,80	0,00	1,00	0,00	0,00	0,20	7,20	121,30	10,11	41,50	
2001	21,90	64,40	67,90	22,00	6,10	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,90	3,50	187,50	15,63	67,90	
2002	31,50	53,60	61,60	24,40	7,00	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	5,10	18,20	205,90	17,16	61,60	
2003	21,80	82,70	9,80	32,80	11,80	1,20	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	6,20	167,10	13,93	82,70	
2004	16,90	43,60	8,60	6,80	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,70	6,81	43,60	
2005	3,50	26,40	22,80	45,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	102,00	8,50	45,30	
2006	155,00	49,70	36,20	4,20	3,90	0,00	0,00	1,80	5,90	0,00	0,00	7,50	264,20	22,02	155,00	
2007	15,60	7,10	53,80	68,40	9,80	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	158,60	13,22	68,40	
2008	24,00	30,70	32,80	8,20	7,80	2,20	0,00	0,00	0,00	2,60	0,00	0,00	108,30	9,03	32,80	
2009	25,00	21,70	15,00	7,20	5,10	0,60	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	77,00	6,42	25,00	
2010	19,00	32,50	37,40	8,90	8,00	0,00	1,00	20,00	1,60	0,00	1,90	7,50	137,80	11,48	37,40	
2011	24,20	34,20	20,50	32,20	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00	0,00	10,70	126,60	10,55	34,20	
2012	20,00	6,10	4,50	10,50	1,30	7,50	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	12,20	62,40	5,20	20,00	
2013	12,20	4,40	29,80	21,60	6,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,40	84,90	7,08	29,80	
2014	30,30	20,10	12,50	23,00	5,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,50	134,40	11,20	39,50	
2015	4,50	21,80	41,00	68,00	7,50	8,50	1,00	0,00	0,00	0,00	2,20	60,10	214,60	17,88	68,00	

Diseño y elaboración por autores

**Tabla 4. 5**

*Datos meteorológicos Vol. 10*

SERIE DE DATOS MAXIMOS EN 24 HORAS															
NOMBRE: EL ANEGADO							LATITUD: 16 28' 46" S LONGITUD: 80G 32' 19" W								
CODIGO: M0451							ELEVACION: 398.00								
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA	PRECIPITACION MAX.24h
1980	11,10	16,50	3,10	18,00	1,80	11,40	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00	63,80	5,32	18,00
1981	14,51	14,22	22,60	27,00	0,00	0,00	9,20	0,00	4,00	0,00	0,00	10,20	101,74	8,48	27,00
1982	14,60	11,70	14,50	20,20	5,20	0,70	0,00	0,90	10,00	11,00	16,60	19,60	125,00	10,42	20,20
1983	20,70	20,80	14,25	19,80	18,60	19,60	19,00	0,00	12,92	10,10	10,10	0,00	165,87	13,82	20,80
1984	0,00	19,60	14,70	14,60	3,50	13,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,40	73,18	6,10	19,60
1985	14,70	19,60	18,40	13,50	13,11	0,00	3,10	0,00	0,00	0,00	12,56	11,20	106,17	8,85	19,60
1986	19,10	21,50	11,90	17,70	12,64	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	5,20	13,70	104,94	8,75	21,50
1987	19,30	19,20	17,60	17,50	16,80	11,40	18,00	11,50	17,00	10,50	12,70	15,00	186,50	15,54	19,30
1988	15,50	19,60	12,40	15,20	17,80	16,90	13,70	16,00	12,20	16,40	19,20	14,40	189,30	15,78	19,60
1989	16,20	17,60	17,50	17,50	102,50	89,90	17,70	18,00	92,60	15,10	10,90	25,00	440,50	36,71	102,50
1990	17,70	17,50	17,20	17,20	12,00	15,10	14,10	11,00	18,10	13,60	13,30	17,90	184,70	15,39	18,10
1991	14,80	15,10	17,00	17,80	18,60	15,80	11,00	16,50	14,70	13,50	15,60	10,80	181,20	15,10	18,60
1992	12,20	13,90	17,50	16,00	17,20	14,00	12,56	12,56	12,56	12,56	12,56	12,56	166,15	13,85	17,50
1993	13,65	20,50	100,30	31,00	15,40	10,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,50	215,35	17,95	100,30
1994	20,40	20,30	35,30	38,20	33,00	6,30	0,00	0,00	22,30	0,00	0,00	33,30	209,10	17,43	38,20
1995	30,30	27,20	10,70	28,30	13,90	8,30	7,50	6,40	0,00	0,00	0,40	0,40	133,40	11,12	30,30
1996	1,60	7,70	3,60	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,40	1,28	7,70
1997	2,80	18,20	9,00	17,30	16,30	15,10	4,80	2,50	7,70	7,40	18,30	34,30	153,70	12,81	34,30
1998	11,00	70,00	96,73	8,70	15,30	9,40	1,50	5,30	2,30	12,56	12,56	0,30	245,64	20,47	96,73
1999	10,00	13,30	16,51	45,60	43,50	2,40	6,00	2,10	5,20	12,56	0,00	6,40	163,57	13,63	45,60
2000	20,30	42,30	14,89	15,06	13,23	12,71	5,30	1,00	0,50	0,00	0,40	10,00	135,69	11,31	42,30
2001	29,40	25,30	39,50	56,30	13,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	163,80	13,65	56,30
2002	17,70	37,70	53,20	25,50	15,50	6,50	0,00	0,00	0,00	12,56	12,99	14,09	195,73	16,31	53,20
2003	23,50	45,20	8,30	33,00	15,30	0,60	0,60	0,00	0,00	12,56	0,00	7,30	146,36	12,20	45,20
2004	42,70	63,70	13,28	16,30	13,05	12,56	0,70	0,00	12,56	0,00	0,00	0,00	174,84	14,57	63,70
2005	12,85	27,30	32,00	17,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,70	138,85	11,57	32,70
2006	16,30	48,70	61,80	48,80	25,60	10,30	0,00	0,00	26,30	0,00	12,56	21,30	271,66	22,64	61,80
2007	12,10	13,30	15,50	38,00	25,00	13,30	4,30	0,00	0,00	0,00	3,70	3,40	128,60	10,72	38,00
2008	27,30	27,40	35,00	38,80	49,50	15,40	2,60	5,30	4,50	7,60	1,30	1,70	216,40	18,03	49,50
2009	43,80	19,80	21,60	60,70	13,50	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	168,90	14,08	60,70
2010	23,50	24,30	61,30	35,00	35,60	2,50	2,30	2,60	2,30	1,40	3,00	22,30	216,10	18,01	61,30
2011	37,50	56,50	17,20	33,30	21,60	3,70	6,30	0,00	8,30	2,60	9,30	60,30	256,60	21,38	60,30
2012	31,80	13,07	38,00	17,40	37,50	14,50	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	4,90	160,67	13,39	38,00
2013	30,00	26,50	38,00	22,60	12,30	3,50	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	140,20	11,68	38,00
2014	11,30	24,50	70,80	12,60	17,60	9,70	0,00	5,20	3,70	6,30	0,00	11,30	173,00	14,42	70,80
2015	10,00	32,40	61,90	20,30	18,30	7,50	12,00	0,00	0,00	0,00	11,30	17,30	191,00	15,92	61,90

Diseño y elaboración por autores

### Oferta hídrica de la cuenca “Julcuy”

Una vez que se elaboró los polígonos de Thiessen se determinó la precipitación media de la cuenca igual a 989.54mm en un área total de 81.34 Km<sup>2</sup>; los resultados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 6**

*Resultados de estudios*

Nro	ESTACION	X-UTM	Y-UTM	PRECIPITACION (mm)	AREA (Km <sup>2</sup> )	P*A	Pm(mm)	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )
1	M169	540911.18	9836411.78	811.64	16.15	13111.93	989.54	80.48
2	M451	551324.59	9836471.24	1033.63	65.18	67372.75		
					Σ	81.34	80484.68	

Diseño y elaboración por autores

## **Demanda hídrica por uso consuntivo**

### **Agua potable en Julcuy**

La demanda hídrica se la determino tomando en cuenta la población futura en 50 años en el sitio JULCUY dando como resultado una población de 5065 habitantes de tal manera que el caudal medio al final del período de diseño será de 7.04 l/s con un volumen anual de 0.22 hm<sup>3</sup> resultados q se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 7**

*Datos generales de la investigación*

<b>CENSOS JULCUY</b>	
<b>Año</b>	<b>Poblacion (hab)</b>
1990	2175
2001	1994
2010	2406

<b>CALCULO POBLACION FUTURA</b>	
<b>Region</b>	<b>COSTA</b>
Tasa de crecimiento	1.5
Periodo de diseño (años)	50
Poblacion futura(hab)	5065

<b>CAUDALES</b>	
<b>Zona</b>	<b>Rural</b>
<b>Nivel de servicio</b>	IIb
<b>Dotacion(L/hab/dia)</b>	100
<b>Factor de fuga</b>	1.2
<b>Factor KMD</b>	1.25
<b>Factor KMH</b>	3
<b>Caudal medio Qm (l/s)</b>	<b>7.04</b>
<b>Caudal max. Diario QMD (l/s)</b>	<b>8.79</b>
<b>Caudal max. horario QMH (l/s)</b>	<b>21.11</b>
<b>Caudal medio Qm (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>0.0070</b>
<b>VOLUMEN DE AAPP (m<sup>3</sup>)</b>	221856.34
<b>VOLUMEN DE AAPP (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>0.22</b>

Diseño y elaboración por autores

## **Demanda de riego**

Para la demanda se consideraron 1000 ha para riego y en concordancia con la norma media de riego se estima una dotación de  $1.77 \frac{l}{s/ha}$  y considerando un volumen anual de  $40.53 \text{ hm}^3$ .

**Tabla 4. 8**

*Datos generales de caudal de riego*

<b>CAUDAL DE RIEGO</b>	
<b>Area de riego (ha)</b>	1000
<b>Dotacion (l/s/ha)</b>	1.77
<b>CAUDAL DE RIEGO (l/s)</b>	1770
<b>CAUDAL DE RIEGO (m<sup>3</sup>/s)</b>	1.77
<b>VOLUMEN DE RIEGO (m<sup>3</sup>)</b>	40525920.00
<b>VOLUMEN DE RIEGO (hm<sup>3</sup>)</b>	40.53

Diseño y elaboración por autores

Teniendo en cuenta la oferta hídrica que presenta la cuenca JULCUY se propone la construcción de un embalse con el fin de aprovechar el recurso hídrico, el dimensionamiento de la presa JULCUY se lleva a cabo tomando en cuenta los parámetros expuestos en el capítulo anterior.

## **Presa “JULCUY”**

### **Volúmenes**

El volumen total del embalse es de  $58.7 \text{ hm}^3$  el cálculo de estos volúmenes se presenta a lo largo de este capítulo.

- Volumen de aguas normales

El volumen total del embalse se lo considero del total de los volúmenes expuestos en el capítulo anterior donde el volumen de consumo se adoptó el volumen de la demanda de agua potable y riego igual a  $40.75 \text{ hm}^3$ .

- Volumen muerto

Se tomó el 10% del volumen de consumo a continuación se presenta los parámetros de los principales volúmenes del embalse.

**Tabla 4. 9**

*Tipos de volúmenes*

Volumenes	
Volumen de consumo (hm <sup>3</sup> )	40.75
Volumen muerto (hm <sup>3</sup> )	4.07
Volumen normal (hm <sup>3</sup> )	45
Cota de fondo (msnm)	262
Cota vol. consumo (msnm)	314
Espejo de agua (ha)	282

Diseño y elaboración por autores

- Volumen de evaporación

Mediante la metodología de los polígonos de Thiessen se obtuvo los resultados ponderados de temperatura, velocidad del viento y humedad media expuestos en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 10**

*Especificaciones técnicas de la cuenca*

Codigo de cuenca	M169	M451	Ponderacion
Temperatura media del aire <b>T</b> ( °C)	25	26	25.8
Velocidad media del viento <b>V</b> (m/s)	10	8.5	9
Humedad relativa media <b>h</b> (%)	88	87	87
Area (km <sup>2</sup> )	16.15	65.18	

Diseño y elaboración por autores

- Método de Vicentini

Tomando las consideraciones del capítulo 3 se obtiene una evaporación anual de 6.36 mm/día considerando las cotas a la que se encuentra el embalse.

**Tabla 4. 11***Características del método de VICENTINI*

<b>Metodo de VICENTINI</b>	
Cota de embalse <b>min</b>	262
Cota de embalse <b>max</b>	320
Temperatura <b>T</b> (°)	26
Evaporacion (mm/año)	2322.1
Evaporacion (mm/dia)	6.36

Diseño y elaboración por autores

- Nomograma de Penman

Los datos necesarios para la el uso del monograma de Penman se describen en la tabla teniendo en cuenta la radiación solar para el Ecuador se adopta 0.5 y el valor de la latitud para el lugar donde se encuentra el embalse es de 1.5

**Tabla 4. 12***Datos generales de Penman*

<b>Datos nomograma de Penman</b>	
Temperatura media del aire <b>T</b> ( °C)	26
Velocidad media del viento <b>v</b> (m/s)	9
Humedad relativa media <b>h</b> (%)	0.87
continuidad de radiacion solar <b>n/D</b>	0.5
Valor de Angot <b>Ra</b> (cal/cm <sup>2</sup> /dia)	879

Diseño y elaboración por autores

**Tabla 4. 13***Datos de latitud Vol. 2*

Latitud sur (°)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Valor medio
1.5	897	921.75	923.5	891	835.75	803.5	815	858.75	900.5	913.75	899.75	887.75	879

Diseño y elaboración por autores

Teniendo los datos necesarios se utiliza el nomograma de Penman (figura) donde tenemos como resultado una evaporación de 5.2 mm/día

**Tabla 4. 14**

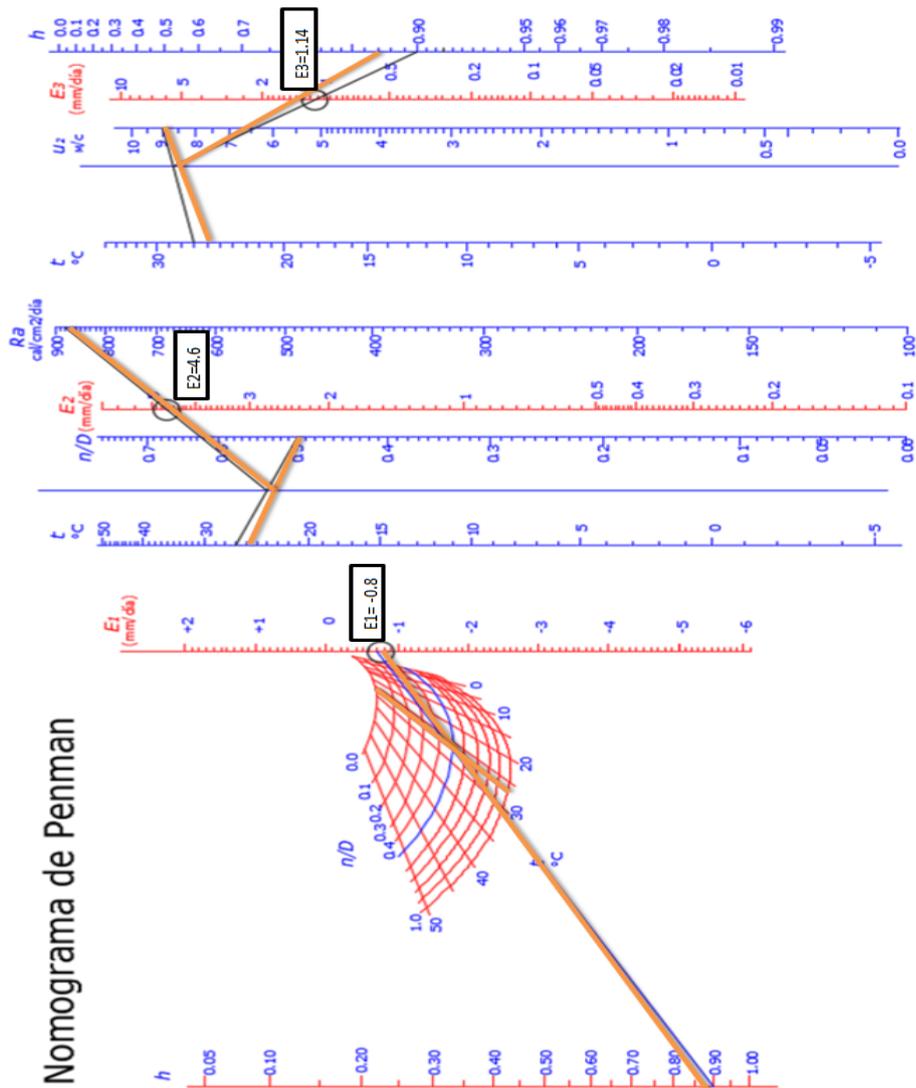
*Datos generales de Penman Vol. 2*

Datos nomograma de Penman	
E1	-0.8
E2	4.6
E3	1.4
Evaporacion (mm/dia)	5.2

Diseño y elaboración por autores

**Figura 4. 3**

*Nomograma de Penman Vol. 2*



Fuente: (Campos & Sinichenko, 2017)

El volumen total anual por evaporación se lo considera como el promedio de los dos métodos utilizados como resultado se obtuvo  $5.95 \text{ hm}^3$ .

**Tabla 4. 15**

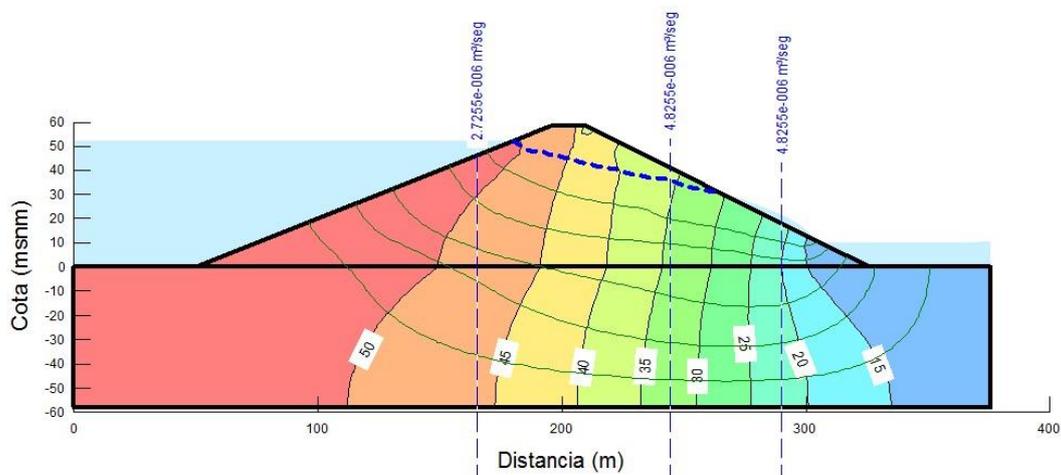
*Datos de volumen de Evaporación*

<b>Volumen por Evaporación</b>	
Met. Penman	5.2
Met. Vicentini	6.36
Evaporacion media	5.78
Espejo de agua (ha)	282
<b>Volumen por evap. V.ep (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>5.95</b>

Diseño y elaboración por autores

**Figura 4. 4**

*Representación gráfica de volumen por Evaporación*



*Fuente: Elaboradas por los autores*

- Volumen de filtración

Con la ayuda del programa GEOSTUDIO 2012 se obtuvo la red hidrodinámica del cuerpo de la presa donde logró determinar que el caudal unitario  $0.0000048 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \text{ m}$

Siendo el volumen anual:

**Tabla 4. 16**

*Datos de Volumen por Filtración*

<b>Volumen por Filtracion</b>	
Caudal unitario filtrante (m <sup>3</sup> /s)	0.0000048
Lonjitud de coronacion (m)	335
Volumen por infiltracion (m <sup>3</sup> /año)	50921.18
Volumen por infiltracion (hm <sup>3</sup> )	<b>0.051</b>

Diseño y elaboración por autores

- Volumen ecológico

Tomando en cuenta los criterios explícitos en el capítulo tres se obtuvo el volumen anual ecológico 7.885 hm<sup>3</sup>

**Tabla 4. 17**

*Datos de Volumen Ecológico*

<b>Volumen Ecologico</b>	
Caudal de garantia <b>Q</b> 99.9% (m <sup>3</sup> /s)	0.5
Volumen ecologico <b>Vec</b> (hm <sup>3</sup> )	<b>7.885</b>

Diseño y elaboración por autores

### **Curva área capacidad**

Mediante la curva de área capacidad del embalse se logró determinar las alturas de los volúmenes con su cota donde las alturas más representativas son la del volumen muerto y volumen total del embalse de 59 hm<sup>3</sup> con almacenados en la cota 319 m.s.n.m. formando un espejo de agua de 365 ha, mientras que el volumen muerto alcanza una altura de 14.5m establecidos en la cota 276.5 m.s.n.m.

**Tabla 4. 18**

*Datos generales de área de capacidad*

DESCRIPCION	Valores	
Volumen util	54.63	hm <sup>3</sup>
volumen muerto	4.07	hm <sup>3</sup>
Volumen Total	59.00	hm <sup>3</sup>
Cota de fondo	262	msnm
Cota Volumen muerto	276.5	msnm
Cota aguas normales	319.5	msnm
Altura total del embalse	57.5	m
Altura Vol. muerto	14.5	m
Altura Vol.util	43.0	m
Espejo de agua	365	ha

Diseño y elaboración por autores

**Tabla 4. 19**

*Datos Generales de área de capacidad Vol. 2*

COTA (msnm)	AREA		AREA MEDIA (ha)	INTERVALO (m)	VOLUMEN		VOLUMEN ACUMULADO (hm <sup>3</sup> )
	m <sup>2</sup>	ha			m <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	
262	0,00	0,00	0,00		0	0	0
270	373581,10	37,36	18,68	8	1494324,40	1,49	1,49
280	492895,70	49,29	43,32	10	4332384,00	4,33	5,83
290	895578,00	89,56	69,42	10	6942368,50	6,94	11,27
300	1643683,00	164,37	126,96	10	12696305,00	12,70	19,64
310	2858648,00	285,86	225,12	10	22511655,00	22,51	35,21
320	4635767,50	463,58	374,72	10	37472077,50	37,47	59,98

Diseño y elaboración por autores

### Altura libre de la presa

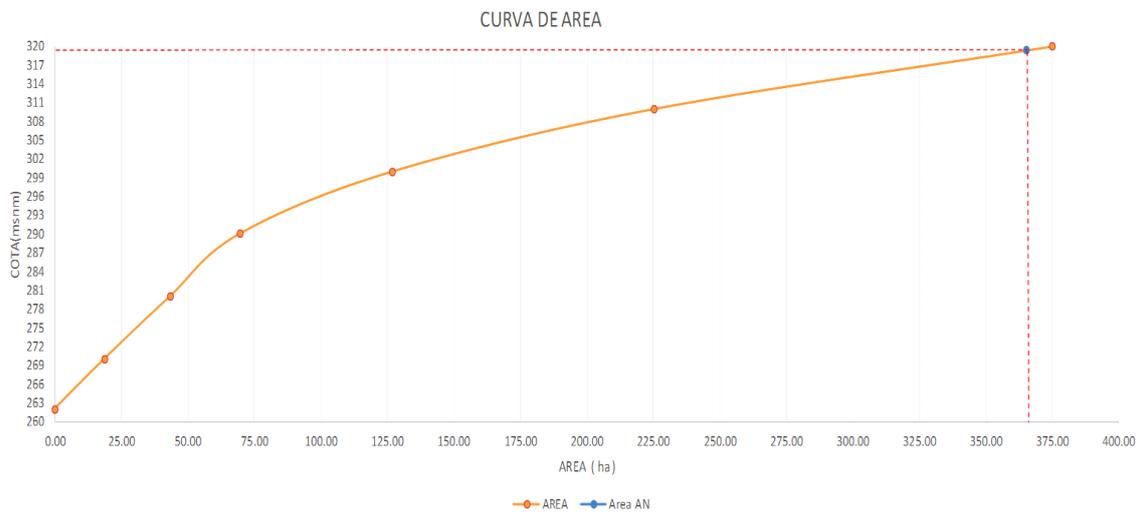
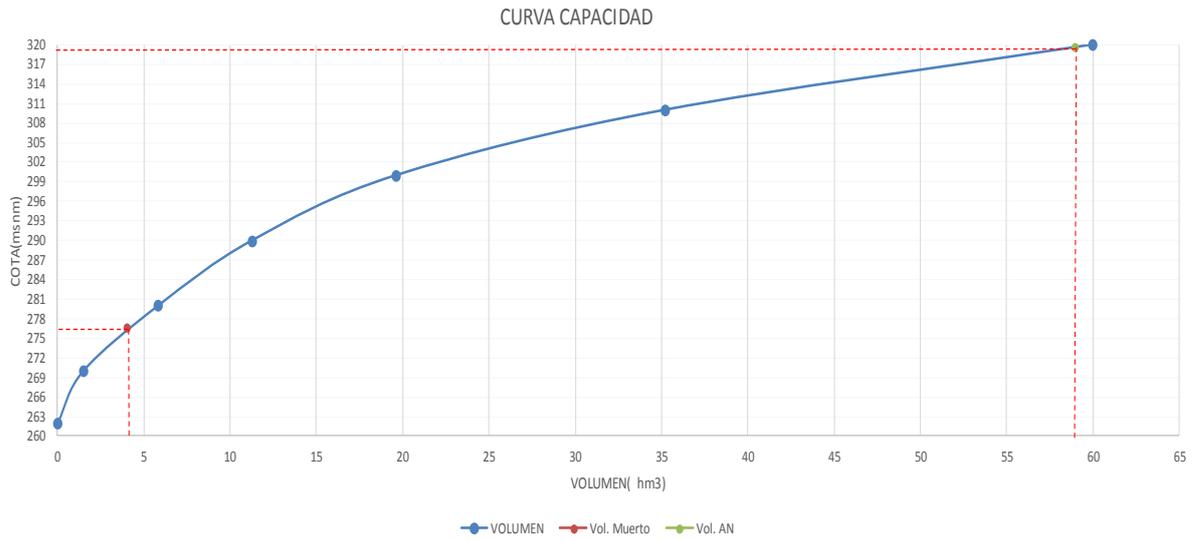
Los resultados del borde libre de la presa se presentan a continuación

- Altura por descarga

Se elaboró la curva de probabilidad tomando en cuenta las precipitaciones ponderadas máximas en 24 horas.

**Figura 4. 5**

*Representación gráfica de la curva de área de estudio*



Diseño y elaboración por autores

**Tabla 4. 20**

*Datos generales de precipitaciones Vol.1*

AÑOS	PRECIPITACIONES (mm)		AREA (Km <sup>2</sup> )		PRECIPITACIONES PONDERADAS (mm)
	M169	M451	M169	M451	
1980	77,30	18,00	16,15	65,18	29,78
1981	23,20	27,00	16,15	65,18	26,25
1982	37,60	20,20	16,15	65,18	23,66
1983	81,00	20,80	16,15	65,18	32,76
1984	57,60	19,60	16,15	65,18	27,15
1985	46,20	19,60	16,15	65,18	24,88
1986	55,70	21,50	16,15	65,18	28,29
1987	66,00	19,30	16,15	65,18	28,58
1988	44,10	19,60	16,15	65,18	24,47
1989	27,00	102,50	16,15	65,18	87,50
1990	29,60	18,10	16,15	65,18	20,38
1991	20,30	18,60	16,15	65,18	18,94
1992	71,90	17,50	16,15	65,18	28,30
1993	47,00	100,30	16,15	65,18	89,71
1994	58,00	38,20	16,15	65,18	42,13
1995	35,90	30,30	16,15	65,18	31,41
1996	25,60	7,70	16,15	65,18	11,26
1997	502,00	34,30	16,15	65,18	127,19
1998	999,90	70,00	16,15	65,18	254,70
1999	55,00	45,60	16,15	65,18	47,47
2000	41,50	42,30	16,15	65,18	42,14
2001	67,90	56,30	16,15	65,18	58,60
2002	61,60	53,20	16,15	65,18	54,87
2003	82,70	45,20	16,15	65,18	52,65
2004	43,60	63,70	16,15	65,18	59,71
2005	45,30	32,70	16,15	65,18	35,20
2006	155,00	61,80	16,15	65,18	80,31
2007	68,40	38,00	16,15	65,18	44,04
2008	32,80	49,50	16,15	65,18	46,18
2009	25,00	60,70	16,15	65,18	53,61
2010	37,40	61,30	16,15	65,18	56,55
2011	34,20	60,30	16,15	65,18	55,12
2012	20,00	38,00	16,15	65,18	34,42
2013	29,80	38,00	16,15	65,18	36,37
2014	39,50	70,80	16,15	65,18	64,58
2015	68,00	61,90	16,15	65,18	63,11

Diseño y elaboración por autores

Siguiendo la metodología de curva de probabilidad Pearson tipo III se procede al siguiente paso explicado en el capítulo 3

**Tabla 4. 21**

*Datos generales de precipitaciones Vol.2*

AÑOS	m	PRECIPITACION (mm)	ORDEN	P		AÑOS	K	K-1	(K-1) <sup>2</sup>	(K-1) <sup>3</sup>	P%
				may a men (mm)							
1980	1	29,78	25	254,70		1998	4,977	3,977	15,817	62,904	2,70
1981	2	26,25	30	127,19		1997	2,486	1,486	2,207	3,278	5,41
1982	3	23,66	33	89,71		1993	1,753	0,753	0,567	0,427	8,11
1983	4	32,76	23	87,50		1989	1,710	0,710	0,504	0,358	10,81
1984	5	27,15	29	80,31		2006	1,569	0,569	0,324	0,185	13,51
1985	6	24,88	31	64,58		2014	1,262	0,262	0,069	0,018	16,22
1986	7	28,29	28	63,11		2015	1,233	0,233	0,054	0,013	18,92
1987	8	28,58	26	59,71		2004	1,167	0,167	0,028	0,005	21,62
1988	9	24,47	32	58,60		2001	1,145	0,145	0,021	0,003	24,32
1989	10	87,50	4	56,55		2010	1,105	0,105	0,011	0,001	27,03
1990	11	20,38	34	55,12		2011	1,077	0,077	0,006	0,000	29,73
1991	12	18,94	35	54,87		2002	1,072	0,072	0,005	0,000	32,43
1992	13	28,30	27	53,61		2009	1,048	0,048	0,002	0,000	35,14
1993	14	89,71	3	52,65		2003	1,029	0,029	0,001	0,000	37,84
1994	15	42,13	19	47,47		1999	0,928	-0,072	0,005	0,000	40,54
1995	16	31,41	24	46,18		2008	0,902	-0,098	0,010	-0,001	43,24
1996	17	11,26	36	44,04		2007	0,861	-0,139	0,019	-0,003	45,95
1997	18	127,19	2	42,14		2000	0,823	-0,177	0,031	-0,006	48,65
1998	19	254,70	1	42,13		1994	0,823	-0,177	0,031	-0,006	51,35
1999	20	47,47	15	36,37		2013	0,711	-0,289	0,084	-0,024	54,05
2000	21	42,14	18	35,20		2005	0,688	-0,312	0,097	-0,030	56,76
2001	22	58,60	9	34,42		2012	0,673	-0,327	0,107	-0,035	59,46
2002	23	54,87	12	32,76		1983	0,640	-0,360	0,130	-0,047	62,16
2003	24	52,65	14	31,41		1995	0,614	-0,386	0,149	-0,058	64,86
2004	25	59,71	8	29,78		1980	0,582	-0,418	0,175	-0,073	67,57
2005	26	35,20	21	28,58		1987	0,558	-0,442	0,195	-0,086	70,27
2006	27	80,31	5	28,30		1992	0,553	-0,447	0,200	-0,089	72,97
2007	28	44,04	17	28,29		1986	0,553	-0,447	0,200	-0,089	75,68
2008	29	46,18	16	27,15		1984	0,530	-0,470	0,220	-0,103	78,38
2009	30	53,61	13	26,25		1981	0,513	-0,487	0,237	-0,116	81,08
2010	31	56,55	10	24,88		1985	0,486	-0,514	0,264	-0,136	83,78
2011	32	55,12	11	24,47		1988	0,478	-0,522	0,272	-0,142	86,49
2012	33	34,42	22	23,66		1982	0,462	-0,538	0,289	-0,155	89,19
2013	34	36,37	20	20,38		1990	0,398	-0,602	0,362	-0,218	91,89
2014	35	64,58	6	18,94		1991	0,370	-0,630	0,397	-0,250	94,59
2015	36	63,11	7	11,26		1996	0,220	-0,780	0,608	-0,475	97,30
	Ĥ	51,17						Total	23,700	65,050	

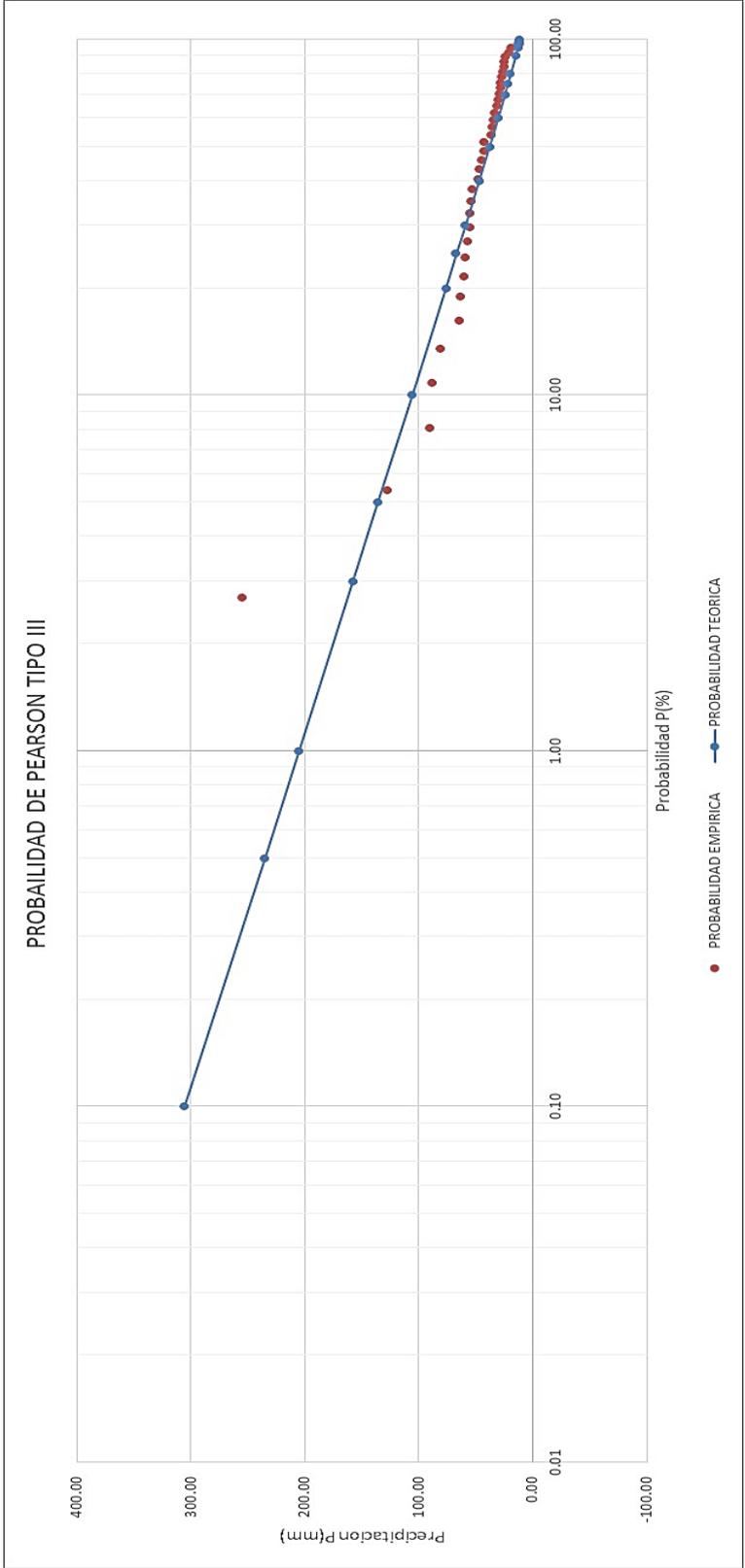
Diseño y elaboración por autores

Teniendo en cuenta los resultados del coeficiente de variación y el coeficiente de asimetría se procede a encontrar el coeficiente  $Tp$  de Rubkin-Foster esta se presenta en la tabla.

#### Figura 4. 6

*Representación de precipitación de Pearson Tipo III*

PROBABILIDAD (%)	0.01	0.1	0.5	1	3	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99	99.99	
T	6.04	4.36	3.65	3.082	2.654	2.062	1.485	1.304	1.148	0.918	-0.1	-0.32	-0.5	-0.64	-0.7	-0.76	-0.867	-0.914	-0.93	-0.945	-0.952	
TOW1	5.970	4.588	4.004	3.082	2.654	2.062	1.485	1.304	1.148	0.918	0.737	0.589	0.473	0.424	0.375	0.287	0.248	0.217	0.188	0.162	0.141	0.122



Diseño y elaboración por autores

Una vez obtenidos los coeficientes de Rubkin- Foster se elabora la curva de probabilidad para los diferentes períodos de retorno donde para consideración de nuestro cálculo tomamos el de 1000 años con una precipitación de 305.55 mm.

**Tabla 4. 22**

*Datos de probabilidad y precipitaciones*

<b>PROBABILIDAD (%)</b>	<b>PRECIPITACIONES (mm)</b>	<b>Tr (años)</b>
0.01		10000.0
0.1	305.52	1000.0
0.5	234.78	200.0
1	204.88	100.0
3	157.71	33.3
5	135.82	20.0
10	105.50	10.0
20	76.02	5.0
25	66.76	4.0
30	58.75	3.3
40	46.96	2.5
50	37.70	2.0
60	30.12	1.7
70	24.22	1.4
75	21.70	1.3
80	19.17	1.3
90	14.66	1.1
95	12.69	1.1
97	12.01	1.0
99	11.38	1.0
99.99	11.09	1.0

Diseño y elaboración por autores

Para la distribución de la precipitación máxima en 24 horas se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 4. 23**

*Datos del estudio de tiempo y porcentaje*

Tiempo (horas)	P(%)
0	0.00
2	128.32
4	48.88
6	30.55
8	21.39
10	15.28
12	12.22
14	9.17
16	12.22
18	6.11
20	9.17
22	6.11
24	6.11
<b>Σ</b>	<b>305.52</b>

Diseño y elaboración por autores

Para la elaboración del hidrograma de crecidas se toman en cuenta los parámetros de la cada microcuenca para determinar el tiempo de concentración y el tiempo de retardo los resultados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 24**

*Resultados de tiempo de concentración y retardo*

SUBCUENCA	AREA (Km <sup>2</sup> )	LONGITUD DEL CAUCE (Km)	DESNIVEL DEL RIO (m)	PENDIENTE DEL RIO (m/m)	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	TIEMPO DE RETARDO(min)	NUMERO DE CURVA (CN)
1	13.72	4.20	275	0.065	34.38	20.627	82
2	30.50	8.97	325	0.036	77.37	46.421	76
3	7.58	2.53	30	0.012	44.79	26.874	78
4	3.89	1.99	12.5	0.006	47.58	28.545	80
5	11.74	5.16	77.5	0.015	70.85	42.511	80
6	6.88	1.34	332.5	0.249	8.51	5.108	76
7	7.04	1.00	112.5	0.112	9.23	5.540	76
<b>Σ</b>	<b>81.34</b>	<b>25.18</b>					

Diseño y elaboración por autores

Una vez teniendo nuestro caudal pico determinamos la altura de descarga la cual la encontramos con la fórmula de Francis dando un resultado de 2.5m.

**Tabla 4. 25**

*Representación de altura por descarga*

<b>Altura por descarga (Aliviadero)</b>	
Caudal <b>Q max</b> (m <sup>3</sup> /s)	432.8
Longitud de vertedero <b>L</b> (m)	75
Altura de descarga <b>Hd</b> (m)	2.5

Diseño y elaboración por autores

- Altura de oleaje

De los datos meteorológicos se logró determinar la velocidad del viento sobre el agua donde  $V = 37.44 \text{ Km/h}$  y el Fetch  $F = 3 \text{ Km}$  obteniendo como resultado una altura de 3.12 m

**Tabla 4. 26**

*Representación de altura por oleaje*

<b>Altura por oleaje</b>	
Velocidad del viento <b>V</b> (Km/h)	37.44
Fetch <b>F</b> (Km)	3.00
Altura por oleaje <b>ho</b> (m)	3.12

Diseño y elaboración por autores

- Altura libre

La altura libre se la estimo como 0.5m como medida de seguridad y por asentamientos

**Tabla 4. 27**

*Representación de altura libre*

<b>Altura libre</b>	
rango de altura	0.5m-1m
Altura libre <b>hl</b> (m)	0.5

Diseño y elaboración por autores

Teniendo los resultados del borde libre con una altura total de 6.1 m se presentan los resultados finales de las dimensiones de la presa

**Tabla 4. 28**

*Resultados de borde libre por tipo de altura*

<b>Borde libre</b>	
Altura de descarga <b>Hd</b> (m)	2.5
Altura por oleaje <b>ho</b> (m)	3.1
Altura libre <b>hl</b> (m)	0.5
Borde libre total <b>Bl</b> (m)	6.1
Altura del embalse <b>He (m)</b>	57.5
Altura de presa <b>Hp</b> (m)	64
Ancho de corona <b>ac</b> (m)	16
Cota de coronacion(msnm)	326

Diseño y elaboración por autores

## Bibliografías

- Campos, A. & Sinichenko, E. (2017). Características de sistemas fluviales pequeños y recursos hídricos de la Demarcación Hidrográfica de Manabí, perspectivas de desarrollo. *Moscú: Universidad de la Amistad de los Pueblos de Rusia*.
- Campos, A., Sinichenko, E. & Ilya, G. (2016). Hidráulica e Hidrología para Ingeniería: Manual de diseño. *Moscú: Universidad de la Amistad de los Pueblos de Rusia*.
- Cardona, R. (2015). Abastecimiento de agua y saneamiento. *Revista de Ciencias Físicas*, 45-56.
- GeoFísica. (20 de enero de 2014). *GeoFísica*. Obtenido de <http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/AmbientesFluvioAluv.pdf>
- Montalvan, O., & Yanqui, J. (2019). *INCIDENCIA DEL BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RIO COLÓN EN EL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3149/1/T-ULVR-2759.pdf>
- Tejada, D. I. (2010). *Desarrollo de un modelo conceptual dinámico suelo-vegetación*. España: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=89793>
- Ohlsson, B. (2015). *Hydropolitics: Conflicts over Water as a Development Constraint*. London: Zed Books.
- Remigio, H., & Galárraga, M. (2017). ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR. *Departamento de Ciencias del Agua*.
- Rodríguez, C. (2014). *Evaluación ambiental del uso y gestión del agua subterránea en el partido de Tandil*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Sheil, D. (2014). How plants water our planet: advances and imperatives. *Trends Plant Science*, 209-211.

Shutes, R. (2016). The use of *Typha latifolia* for heavy metal pollution control in urban  
Wtlands. *Constructed wetlands for water quality improvement*, 18-29.