

Anexo 1

Registro de información de salidas de volúmenes del embalse San Jacinto.

- Volúmenes utilizados por la planta eléctrica en hm³.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1989		16.38		6.95	13.36	12.21	13.18	7.25	7.53	9.34	3.76	17.37
1990	17.99	16.38	18.79	17.07	16.54	8.02	8.13	6.52	7.43	7.30	11.37	17.09
1991	18.14	17.20	19.88	19.59	19.81	12.54	6.76	6.77	7.99	7.78	9.91	9.35
1992	21.41	20.48	21.94	13.19	8.19	8.22	8.46	7.85	7.85	10.74	9.93	14.79
1993	24.15	21.37	24.89	17.90	13.22	8.58	9.08	8.60	8.38	9.25	8.34	10.43
1994	22.52	23.48	25.28	16.11	11.43	9.55	10.09	10.59	9.22	6.32	7.59	17.14
1995	25.77	23.01	25.15	19.98	12.58	10.11	11.14	10.76	7.09	4.03	8.11	21.51
1996	23.98	18.89	28.59	24.42	15.19	11.81	12.93	10.68	7.84	7.63	10.27	14.51
1997	22.14	29.37	31.91	27.28	12.02	7.17	9.77	10.51	7.18	8.81	6.17	11.21
1998	17.83	9.65	8.74	17.02	14.93	13.77	9.66	8.99	6.62	5.64	6.32	16.24
1999	10.48	28.15	32.59	30.02	17.58	10.57	7.87	8.91	13.99	11.58	8.07	7.95
2000	20.49	28.47	30.08	26.37	20.38	16.07	10.05	6.47	4.93	3.41	3.56	3.81
2001	20.05	28.68	32.75	16.70	13.11	8.88	8.39	6.84	8.19	8.94	7.67	6.10
2002	16.71	22.39	28.39	16.31	12.29	10.95	9.76	11.25	7.40	8.05	12.46	7.22
2003	12.22	21.17	23.87	15.62	14.78	11.28	7.00	14.05	11.73	4.29	2.25	3.99
2004	11.51	21.26	28.93	17.75	11.32	8.93	9.27	12.26	6.30	8.14	7.24	9.14
2005	29.04	31.91	36.77	25.42	11.93	5.77	4.36	6.70	7.22	8.20	4.72	10.41
2006	34.94	36.51	39.40	38.73	20.00	7.00	9.00	6.00	7.00	5.00	4.00	7.00
2007	29.62	39.70	44.28	20.41	11.34	8.32	7.24	6.20	8.61	7.42	8.05	5.79
2008	41.42	40.70	44.66	33.65	7.48	6.24	5.27	4.76	4.62	4.55	5.09	29.40
2009	44.03	41.04	45.76	42.21	10.23	7.99	6.68	6.74	7.55	8.36	4.37	20.20
2010	42.19	37.39	41.93	11.49	5.19	6.28	9.60	4.72	2.97	2.97	4.34	3.58
2011	20.68	40.06	44.44	24.77	11.18	5.52	5.66	5.87	5.50	4.59	4.82	29.07
2012	42.50	39.96	44.74	37.39	13.52	6.11	6.59	7.29	8.12	10.52	6.73	8.84
2013	21.99	38.74	30.76	7.52	6.18	5.32	5.06	4.82	4.62	4.62	4.52	11.09
2014	14.63	40.57	33.82	13.08	6.63	6.86	7.50	6.16	4.04	4.55	3.87	3.93
2015	30.75	38.93	43.09	27.99	14.22	4.29	4.45	4.48	4.59	9.04	10.11	7.75
2016	17.99	16.38	18.79	17.07	16.54	8.19	8.13	6.52	7.43	7.99	11.37	17.09
2017	29.27	18.73	43.28	27.35	6.58	4.80	5.00	6.03	5.12	1.60	2.73	7.49
2018	39.67	39.09	40.21	12.10	7.03	3.35	4.01	3.26	3.38	7.32	8.25	23.01
2019	38.33	36.95	33.48	32.50	11.22	6.24	5.49	5.71	6.37	5.96	7.13	9.57
2020	27.65	47.63	39.04	20.46	7.72	6.27	4.50	4.22	6.30	6.30	4.99	6.20
2021	28.55	31.29	34.61	24.92	9.36	5.41	4.02	4.14	4.56	5.49	6.95	32.35
2022	26.49	29.68	31.92	10.33	6.55	5.22	3.45	3.31	4.69	4.37	2.70	1.02

- Volúmenes de bombeo a tanques de la Tablada en m³

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1998									10657	112794		
1999									41459	110875	46872	
2000									55325	118101	117766	
2001									112929	159453	132434	63109
2002										156175	86078	22130
2003								52675	171306	152111	110216	9430
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013	9630	5616	29616	66312	44802	42174	48006	65952	106578	97946	128862	23244
2014	38268	8766	23754	51930	50094	41670	45876	61374	88290	45354	49896	81090
2015	4770	4764	6714	27474	38186	27468	42858	71178	86454	84804	64584	39876
2016	0	16632	36012	54738	38058	29286	48828	68220	77370	103278	56418	35040
2017	48870	34164	9324	20772	43794	35382	37620	71052	85122	91344	104526	44550
2018	0	7560	15318	70110	34908	39196	55206	68100	72144	53082	30708	24966
2019	1728	12960	9864	24306	39882	35064	37248	63864	83268	92160	48960	18360
2020	10332	11520	23508	81864	50472	57384	69192	92736	82296	92124	68220	26568
2021	11016	11880	8856	21780	45360	52596	52596	86436	97092	121068	39312	8064
2022	19836	8712	44928	50580	42084	50220	65088	98100	102744	118296	142776	14544

Anexo 2

Caudales medios mensuales observados.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	13.97	18.75	17.20	6.55	3.51	2.67	2.07	1.65	0.98	1.92	6.19	9.99
1991	25.05	22.26	29.24	12.44	5.11	3.27	2.40	1.87	1.13	2.65	2.25	6.83
1992	12.37	20.27	16.14	5.87	3.21	2.53	2.08	1.51	1.18	1.27	2.48	9.94
1993	18.06	14.54	25.58	8.24	4.53	3.12	2.34	1.88	0.89	1.39	3.56	5.60
1994	18.43	23.23	15.12	6.99	3.73	2.62	2.04	1.40	0.83	1.38	6.28	6.51
1995	17.30	17.77	22.54	8.99	4.49	3.03	2.35	1.79	1.19	2.26	3.75	7.39
1996	16.81	15.10	14.65	8.33	6.57	4.06	2.96	2.17	1.55	1.09	4.80	8.58
1997	15.90	23.41	18.72	10.24	4.83	3.36	2.62	1.98	1.71	0.97	1.40	3.92
1998	7.85	8.47	12.34	9.82	4.80	3.35	2.34	1.78	1.14	1.17	3.30	6.07
1999	15.18	18.04	19.88	12.91	5.95	3.95	2.80	2.06	2.15	2.74	2.39	5.58
2000	27.01	18.10	18.70	10.15	4.96	3.20	2.26	1.64	0.91	0.53	1.38	5.24
2001	16.37	20.82	14.74	7.81	4.44	3.18	2.42	1.69	1.26	1.68	1.64	7.06
2002	11.67	22.62	16.84	8.47	4.34	3.11	2.29	1.56	0.83	6.55	5.00	4.85
2003	15.59	10.90	10.81	6.65	4.32	2.94	2.15	1.32	0.86	1.24	2.35	5.97
2004	15.95	13.40	12.84	6.33	6.91	3.71	2.60	1.90	1.17	0.65	2.19	10.12
2005	16.60	18.59	16.66	9.93	4.40	2.99	2.19	1.56	1.01	0.51	3.29	9.53
2006	18.60	17.31	17.26	14.46	5.61	4.14	3.63	1.39	0.94	0.57	0.82	6.59
2007	21.24	18.77	18.89	8.21	4.27	3.00	2.28	1.68	1.50	1.55	2.51	13.89
2008	23.27	20.02	22.49	14.60	4.58	3.24	2.33	1.46	0.80	0.99	3.39	20.79
2009	20.04	15.50	25.68	13.88	5.81	3.69	2.47	1.70	0.99	0.66	4.59	16.59
2010	15.75	20.33	16.38	6.28	3.79	2.90	2.10	1.90	1.01	0.93	0.21	3.72
2011	17.49	25.02	19.90	11.19	5.36	3.46	2.51	2.06	1.52	1.47	2.50	15.52
2012	23.20	24.38	18.39	14.80	6.92	4.10	2.82	2.12	1.20	0.89	2.94	2.86
2013	19.06	20.17	10.32	6.02	3.08	2.73	2.02	1.73	1.07	0.89	1.35	8.78
2014	14.79	22.36	13.56	7.01	3.89	2.92	2.20	1.75	1.10	2.85	1.81	4.68
2015	15.77	24.52	19.89	11.58	6.12	3.72	2.77	2.09	1.36	1.29	1.47	4.42
2016	10.71	13.65	9.25	8.20	7.00	3.56	2.91	2.25	2.32	3.49	5.33	5.82
2017	14.90	16.31	18.14	10.49	4.24	2.99	2.12	1.69	0.95	1.11	1.06	6.88
2018	24.40	18.09	17.37	5.61	3.70	2.37	1.81	1.68	1.41	1.80	3.68	9.60
2019	20.71	17.11	16.63	14.71	5.66	3.32	2.66	2.36	0.98	1.46	2.32	6.89
2020	18.93	21.96	16.42	9.77	4.15	3.37	2.04	1.62	1.22	0.93	1.16	6.14
2021	14.48	25.04	14.19	10.84	5.06	2.85	1.88	1.34	1.10	0.78	2.83	13.95
2022	22.82	26.96	13.10	5.60	3.37	2.37	1.68	1.09	0.96	0.63	0.79	2.24

Anexo 3

Datos de entrada al modelo GR2M

- Precipitación media sobre la cuenca del río Tolomosa.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1989	106.5	67.4	142.9	43	0.1	8.4	2.6	0	10.7	71.9	83.9	133.8
1990	165.2	160.6	101.9	21.7	3.2	0	2	6.2	10.6	65.6	148.3	151.3
1991	172.3	237.2	203.1	31.2	4.8	0	0.2	8.2	8.8	82.8	91.3	171.7
1992	169.4	183	127.3	10.5	0	0	3.8	2	11.7	27	118	222.2
1993	124.5	116.2	194.1	28.8	6.5	2.9	8.6	4.8	0.7	70.1	134.7	156.7
1994	214.2	171	77.1	4.8	0.3	2	0.3	0	40.6	72	123	129.5
1995	178.1	128.6	205.6	4.6	8.7	0	0	3.3	11.2	92.7	107.1	151.9
1996	187.8	166.2	159.3	38.9	39.4	1.9	0	5.8	25.2	18.5	145.3	178.1
1997	129.3	190.1	158.9	26.3	4.1	0.3	0	1.7	27.1	35.4	85.3	123.9
1998	161.2	113.9	81.9	34.3	6.5	7.7	2.9	8.1	5	72.9	130.1	134.4
1999	134.3	161.5	273.7	35.1	15.7	2.6	0.7	3.4	53.1	104.6	99.5	106.2
2000	372.1	217.4	169.1	21.9	3.9	0	0	1.5	3.1	32.4	82.7	193.2
2001	204.3	217.6	129.4	36.8	2.4	5.3	0.8	4	14.3	58.6	87.2	231.2
2002	165.4	278.9	178.5	41.1	3.9	0	1.8	1.2	5	199.7	136.4	122.5
2003	188.9	110.7	216.9	14.9	3.8	2.8	0	0	3.4	68.9	107	189.1
2004	162.7	141.4	161.3	72.3	22.6	2.8	1.7	4.7	41.1	35.7	89.4	219.4
2005	158.8	278.3	151.8	45.7	0.7	0	3.7	2.7	6.7	17.8	151.8	208.5
2006	240.7	226.7	162.7	64.8	14.8	0.1	0.5	0.4	0.8	97.8	70.1	112.5
2007	259.2	141.4	191.7	34.3	8.6	0	0	1.2	25.5	86.5	145.4	232.1
2008	244.2	174.8	195.1	26.9	0	0	0	4.4	7.9	49.4	151.4	310.1
2009	189.1	122.8	194.3	60.9	6.1	0.1	0.4	1.1	16	7.8	142.4	218.4
2010	117.9	289	80.1	24.3	8.2	1.4	0.5	0.6	1.1	20.5	24.5	145.1
2011	155	175.2	118.4	45.5	8	3.9	0	0.7	11	53.8	97.4	282.6
2012	208.5	208.8	125.3	90.3	0.9	1.8	1.7	1.6	4.8	49.7	112.9	106.7
2013	233.5	167.8	48	17.7	1.6	1.4	0	2.3	3.4	42.6	95.3	145.6
2014	184.6	187.4	83.7	11.3	0.7	8.7	0.5	6	7	92	92	134.7
2015	234.6	274.9	210.9	73.7	5.3	1.5	4	0	2.1	57.8	90.6	124.2
2016	135.4	111.5	77	13.2	6.6	2	0	25	25.9	31.2	131.4	147.1
2017	82.1	131.6	123.2	45.7	0.9	0.3	0.7	2.9	27.6	39.6	53.5	167.3
2018	307.6	193.2	112.5	15.5	7.4	0.6	1.3	4.5	30	77.4	84.8	186.2
2019	164.7	111	118.7	89.8	11.1	0	13.8	5.8	1.6	68.2	109.1	137.8
2020	166.7	219.6	135.2	14.5	4.5	2	0	0.2	33.3	65.6	71.7	166.6
2021	229	192.1	189.9	74.9	3.8	2	9.1	0	22	21.4	162.4	169.9
2022	253.6	178.9	60.5	31.3	4.7	0	0.5	2.9	8.7	12.9	21.2	159.9

- Evapotranspiración media sobre la cuenca del río Tolomosa.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1989	145	133	129.8	103	95.7	81.9	88.4	117.7	118.1	143.7	146.1	150.4
1990	150.9	124.6	140	120.8	99.9	82.9	82.5	108.2	125.3	150.5	149.5	153.6
1991	140.8	117.8	121.4	111.3	102.5	84.1	94.3	107.6	130.2	144.2	133.5	166.6
1992	142.1	128.2	131.1	112	105	89.7	83.2	103.8	119.4	143.2	144.6	158.7
1993	151.5	124.5	127.7	112.4	102.3	89.3	86.1	106.5	127.4	146.2	149.1	147.9
1994	144.6	125.2	129.9	111.8	101.1	88.5	94.2	112.5	137.6	151.3	152.2	159.5
1995	147.7	127.3	126.5	114.5	89.4	90.4	99.1	114.4	125	143.6	141.9	147.9
1996	136.8	136.7	114.7	106.5	87.7	79.7	89.3	112.2	120.3	144.9	142	144.2
1997	150	124.5	121.5	108.5	99.4	89.5	99.4	112.2	133.8	157	150.8	163.6
1998	159.5	123.2	127.1	108.2	96.1	86.3	91.1	106.9	122.3	145.9	137.3	154.7
1999	141.4	129.3	119.3	94.2	87.3	80.2	88.8	112.7	134.3	126.1	131.6	140.3
2000	140.2	128.8	115.6	106.2	90.1	89.8	86.1	114.1	132.3	148.5	144.7	157.4
2001	154.2	125.8	128.9	105.7	96.9	80.6	98.6	121.5	129.5	140.6	146	147.8
2002	147.2	114.9	134.4	105.9	105.2	86.7	92.9	118.9	135.7	148.7	151.4	152.7
2003	149.8	138	119.5	108.1	98.3	92	89.7	106.8	131.1	150.6	157.3	151.6
2004	146.4	123.9	121.3	104.2	81.5	88.9	92.8	115	128.6	152.5	138.6	147.9
2005	154	121	126.2	98.5	104.5	91.3	89.3	115.3	112	143.7	150.4	150.4
2006	145.4	125.7	128.5	103.4	86.3	90	99.9	119	131	144.9	140.4	160.2
2007	144.3	130.4	129.7	108.6	87.2	92.9	94.2	106.5	132.2	153.3	140.3	145
2008	135.5	127.2	116.7	108	97.1	82.3	98.1	113.1	120.3	139.7	137.5	129.4
2009	141.7	125.1	125.1	101.2	94.1	84.9	88.7	117.9	125	160	172.8	144.6
2010	147.2	134.8	130.2	106.2	93.2	87	86.6	110.3	132.9	136.5	148.8	163.2
2011	141.1	110.7	115.5	102.4	90.9	82.4	93	113.1	137.9	145.4	147.9	142.3
2012	139.8	124.3	122.5	99.5	98.8	85.8	93.3	118.1	137.1	159.9	138.5	163.7
2013	145.1	119.4	117.8	113.3	100.8	86.4	98.9	111.1	131.4	146.2	150.3	153.3
2014	151.1	119.4	125.5	103.7	97.4	87	97.8	114.8	137.5	151.7	147.1	159.3
2015	149.5	123.2	120.8	102.9	96.1	90.4	96.4	127.8	137.9	155.1	143.9	160.4
2016	158.1	140.2	124.5	122.3	86.8	73.1	96.8	114.7	123.5	146.8	148.2	163.5
2017	162.5	132.6	131	101.8	100.5	92.5	98.2	122.1	134.3	161.4	147	151.8
2018	137.8	118.2	126.8	115	96.9	83.5	94.4	110.2	138.2	139.2	140	154.4
2019	151.6	129.9	124.6	108.4	100.6	100	94.3	113.1	136.2	156.1	156.5	153.2
2020	148.9	124.5	134.5	106.7	100.3	97.8	101.8	118.6	132.9	158.4	149.2	154.8
2021	148.1	118.9	118.4	100	96.2	83.7	92.3	115	135.1	148.4	133.1	138.7
2022	147.8	120.3	131.8	116.1	92.7	90.3	106.6	117.5	124.4	148.7	160.7	147.2

Anexo 4

Caudales simulados.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	3.98	12.30	10.11	5.69	3.66	2.98	2.51	2.31	2.28	2.30	3.93	6.78
1991	11.38	24.94	26.04	9.55	4.94	3.57	2.80	2.50	2.40	2.58	3.31	6.78
1992	10.89	16.89	13.89	6.19	3.79	3.04	2.55	2.33	2.29	2.17	2.89	8.63
1993	9.51	10.42	16.10	7.50	4.35	3.34	2.75	2.45	2.34	2.39	3.81	6.90
1994	14.99	19.17	10.39	5.26	3.48	2.91	2.47	2.27	2.32	2.43	3.65	5.41
1995	9.95	11.77	18.46	6.68	4.18	3.23	2.63	2.37	2.32	2.54	3.55	6.25
1996	12.09	16.27	16.52	8.35	5.84	3.98	2.99	2.60	2.54	2.33	3.66	7.92
1997	9.61	16.95	17.00	7.61	4.36	3.31	2.67	2.39	2.37	2.26	2.66	3.78
1998	6.99	8.59	6.95	5.04	3.48	2.96	2.50	2.32	2.27	2.33	3.67	5.82
1999	7.98	13.02	28.42	10.35	5.75	4.00	3.02	2.60	2.78	3.55	4.77	5.82
2000	32.65	32.82	24.64	8.86	4.81	3.53	2.78	2.46	2.35	2.23	2.56	6.04
2001	12.89	22.74	16.01	8.04	4.43	3.43	2.73	2.44	2.37	2.36	2.88	8.95
2002	12.88	31.76	24.57	9.97	5.00	3.59	2.82	2.47	2.37	4.66	7.43	8.36
2003	13.60	12.07	19.65	7.47	4.32	3.33	2.68	2.39	2.31	2.34	3.10	7.05
2004	11.03	13.13	15.28	10.23	5.82	3.99	3.01	2.60	2.64	2.49	3.01	8.72
2005	12.09	30.32	20.86	9.83	4.87	3.54	2.81	2.48	2.38	2.21	3.49	9.35
2006	20.37	29.27	22.02	11.57	5.92	3.97	2.99	2.56	2.40	2.69	3.07	4.10
2007	14.14	15.68	19.56	8.54	4.79	3.50	2.76	2.44	2.41	2.66	4.66	13.46
2008	24.66	23.80	24.72	9.15	4.71	3.48	2.76	2.46	2.36	2.31	3.99	20.53
2009	22.58	17.41	21.39	10.96	5.36	3.75	2.89	2.52	2.43	2.22	3.23	8.81
2010	9.34	29.11	12.60	6.60	4.12	3.22	2.63	2.37	2.29	2.15	2.19	3.08
2011	5.74	12.18	11.70	7.44	4.42	3.40	2.72	2.42	2.34	2.31	2.93	13.21
2012	20.35	26.30	17.15	12.53	5.47	3.83	2.94	2.54	2.41	2.33	3.12	4.12
2013	11.89	17.02	8.16	5.07	3.43	2.88	2.45	2.27	2.23	2.15	2.62	4.46
2014	9.52	17.00	10.47	5.53	3.59	3.03	2.53	2.33	2.28	2.45	3.13	4.91
2015	13.75	32.42	30.01	14.33	6.07	4.07	3.09	2.61	2.44	2.39	2.91	4.26
2016	6.39	7.61	6.22	4.20	3.12	2.72	2.37	2.28	2.30	2.20	3.26	5.74
2017	5.56	7.89	8.62	6.13	3.79	3.04	2.54	2.32	2.32	2.23	2.38	4.32
2018	21.01	26.12	15.72	6.85	4.19	3.24	2.65	2.39	2.39	2.56	3.18	7.26
2019	11.41	11.14	10.29	9.15	4.95	3.55	2.90	2.54	2.40	2.42	3.27	5.16
2020	9.28	19.19	15.65	6.71	4.07	3.19	2.61	2.35	2.36	2.41	2.77	5.33
2021	14.34	21.44	23.13	12.97	5.71	3.95	3.10	2.62	2.54	2.33	4.13	8.34
2022	21.27	23.36	10.28	6.24	3.91	3.10	2.56	2.34	2.28	2.13	2.16	3.22

Anexo 5

Script de RStudio para la modelación hidrológica con GR2M

- Aclaración el lenguaje R no permite espacio y tampoco acento.

```
#####  
# Modelamiento hidrológico utilizando como entrada los datos de precipitación  
# y evapotranspiración en el modelo hidrológico GR2M  
#####  
  
#####  
# INSTALAR Y CARGAR PAQUETES NECESARIOS  
#####  
# Instalar paquetes  
#install.packages("gstat")  
#install.packages("sp")  
#install.packages("rgdal")  
#install.packages("rgeos")  
#install.packages("maptools")  
#install.packages("xts")  
#install.packages("lubridate")  
#install.packages("raster")  
#install.packages("corrplot")  
#install.packages("cutoffR")  
#install.packages("airGR")  
rm(list=ls())  
dev.off()  
#cargar paquetes  
library(gstat)  
library(sp)  
library(rgdal)  
library(rgeos)  
library(maptools) # autoloads sp  
library(xts)  
require(lubridate)  
library(raster)  
library(corrplot)  
library(cutoffR)  
library(airGR)  
library(lattice)  
library(latticeExtra)  
library(ggplot2)  
rm(list=ls())  
#####  
# GUARDANDO EL PROYECTO EN EL DIRECTORIO DE TRABAJO Y CREANDO VARIABLES  
# PRINCIPALES  
#####  
#WF <- tk_choose.dir(getwd(), "Seleccionar carpeta")#Carpeta de trabajo lo mas  
#cerca de MIS DOCUMENTOS  
WF <- "C:/GR2M"#Carpeta de trabajo lo mas cerca de MIS DOCUMENTOS  
setwd(WF)
```



```

#Calculando el centroide de la cuenca
coordinates(spTransform(cuenca.shp, CRS(wgs)))# anotar los centrosies

cuenca.centroide <- SpatialPointsDataFrame(coords=coordinates(cuenca.shp),
data=data.frame(coordinates(cuenca.shp)),
proj4string=CRS(utm))
plot(cuenca.centroide, col="blue",pch=13,cex=2,add=TRUE)
cuenca.centroide

# crear una grilla vac?a
raster.base <- raster(extent(cuenca.shp))#baseraster <- raster(extent(-77,-
69.9,-25,-35))
res(raster.base) <- 5000
projection(raster.base) <- CRS(utm)
raster.base[] <- 2
raster.base.sp <- as(raster.base, 'SpatialGridDataFrame')#transformando a
objeto sp

# distribucion espacial de las estaciones
dist.esp.est <- data.estacion
coordinates(dist.esp.est) <- ~ LONG + LAT
proj4string(dist.esp.est)=CRS(wgs)
dist.esp.est <- spTransform(dist.esp.est, CRS(utm))

# plot de datos espaciales de la cuenca
plot(raster.base)
plot(cuenca.shp,add=TRUE)
#plot(raster.base.sp,add=TRUE)
plot(dist.esp.est,col="black",add=TRUE)
dist.esp.est
#=====
# PROMEDIO AREAL MEDIANTE IDW
# Como output seleccionar "idw.prom.areal"
#=====
# # Mapas
# idw.mapa <- idw.utilidades(obs_d=data.mensual.comp,
data.estacion=data.estacion,id.comun = "CODIGO",
raster.base.sp=raster.base.sp, cuenca.shp=cuenca.shp, utm=utm, wgs=wgs,output
= "idw.mapa")
# plot(idw.mapa[[10]])
# plot(cuenca.shp,add=TRUE)
# plot(dist.esp.est,col="red",add=TRUE)

# Promedio areal
idw.prom.areal <- idw.utilidades(obs_d=data.mensual,
data.estacion=data.estacion,id.comun = "CODIGO",
raster.base.sp=raster.base.sp, cuenca.shp=cuenca.shp, utm=utm, wgs=wgs,output
= "idw.prom.areal")
plot.zoo(as.zoo(idw.prom.areal))
idw.prom.areal
####cambiar "prec" o "ETo"

```

```

write.csv(idw.prom.areal,"ETo_PM.csv")
# Guardar Datos
####cambiar "prec" o "ETo"
ETo<- idw.prom.areal
save(ETo,file = "Salidas.R/ETo.Rdata")

# Repetir todos los procesos anteriores para la prec o ETo
# ETo.har <- idw.prom.areal#
# save(ETo.har,file = "Salidas.R/ETo.har.Rdata")# "Salidas.R/ETo.har.Rdata" #
"Salidas.R/prec.har.Rdata"
#
#remove y volver a repetir el proceso
rm(list = ls())

#=====
# CARGAR DATOS DE CAUDALES Y TRANSFORMAR A mm
#=====
source("Script.auxiliares/utilidades.R")
load(file = "Salidas.R/cuenca.shp.Rdata")

#cargar datos de caudales medios mensuales
Q.mensual <- as.xts(read.zoo("Datos/Q_mensual.csv",header = TRUE,sep =
",",check.names = FALSE))
plot(Q.mensual,main="Caudales mensuales - estaci?n San Jacinto")

#Transformar a medios mensuales
plot(Q.mensual, main="Caudales mensuales")

#Tranformar a mm
Q.mensual.mm <- Q.mensual*day(Q.mensual)*24*3600*1000/area(cuenca.shp)
plot(Q.mensual.mm, main="Caudales mensuales [mm]")
Q.mensual.mm
Q.mensual.mm <- window(Q.mensual.mm,start = "1989-01-01",end = "2023-01-01")
Q.mensual.mm
save(Q.mensual.mm,file = "Salidas.R/Q.mensual.mm.Rdata")#
"Salidas.R/tmax.Rdata"
Q.mensual.mm
area(cuenca.shp)
write.csv(Q.mensual.mm,"Qmm.csv")
rm(list = ls())

#=====
# MODELAMIENTO HIDROLOGICO CON GR2M
#=====
# archivos preprocesados y necesarios
load(file = "Salidas.R/ETo.Rdata")
load(file = "Salidas.R/prec.Rdata")
load(file = "Salidas.R/Q.mensual.mm.Rdata")

xyplot(prec, col="red")+# PREC
  xyplot(Q.mensual.mm) # Q
#ggplot(data =ETo.Rdata,aes() )

```

```

## Cargar paquete
library(airGR)
# Datos para GR2M
BasinObs <- data.frame("DatesR"=as.POSIXlt(seq.Date(from = as.Date("1990-01-01"),
                                                    to=as.Date("2022-12-01"),by="month"),format="%Y-%m-%d"),
"P"=as.numeric(prec), "E"=as.numeric(ETo),"Qmm"=as.numeric(Q.mensual.mm))

## preparacion de InputsModel object
InputsModel <- CreateInputsModel(FUN_MOD = RunModel_GR2M, DatesR = BasinObs$DatesR,Precip = BasinObs$P, PotEvap = BasinObs$E)

## periodo de calibracion
Ind_Run <- seq(which(format(BasinObs$DatesR, format = "%m/%Y")==="01/1990"),
              which(format(BasinObs$DatesR, format = "%m/%Y")==="12/2011"))
ind_Run0<-Ind_Run
## preparacion de RunOptions object
RunOptions <- CreateRunOptions(FUN_MOD = RunModel_GR2M,
                              InputsModel = InputsModel, IndPeriod_Run = Ind_Run)

## simulacion
Param <- c(687.54, 1.51)

OutputsModel <- RunModel_GR2M(InputsModel = InputsModel, RunOptions = RunOptions, Param = Param)

## vista previa de resultados
plot(OutputsModel, Qobs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])

## criterio de eficiencia: Nash-Sutcliffe Efficiency
InputsCrit <- CreateInputsCrit(FUN_CRIT = ErrorCrit_NSE, InputsModel = InputsModel,RunOptions = RunOptions, Obs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])
OutputsCrit <- ErrorCrit_NSE(InputsCrit = InputsCrit, OutputsModel = OutputsModel)

## preparacion de CalibOptions object
CalibOptions <- CreateCalibOptions(FUN_MOD = RunModel_GR2M, FUN_CALIB = Calibration_Michel)

## calibracion
OutputsCalib <- Calibration_Michel(InputsModel = InputsModel, RunOptions = RunOptions,InputsCrit = InputsCrit, CalibOptions = CalibOptions,FUN_MOD = RunModel_GR2M, FUN_CRIT = ErrorCrit_NSE)

## calibracion
OutputsCalib <- Calibration(InputsModel = InputsModel, RunOptions = RunOptions, InputsCrit = InputsCrit, CalibOptions = CalibOptions,FUN_MOD = RunModel_GR2M, FUN_CRIT = ErrorCrit_NSE,FUN_CALIB = Calibration_Michel)

## simulacion
Param <- OutputsCalib$ParamFinalR #parametros calibrados

```

```

OutputsModel1<- RunModel(InputsModel = InputsModel, RunOptions = RunOptions,
                        Param = Param, FUN = RunModel_GR2M)

## vista previa de resultados
plot(OutputsModel1, Qobs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])

## criterio de eficiencia: Nash-Sutcliffe Efficiency
InputsCrit  <- CreateInputsCrit(FUN_CRIT = ErrorCrit_NSE, InputsModel =
InputsModel,RunOptions = RunOptions, Obs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])
OutputsCrit  <- ErrorCrit_NSE(InputsCrit = InputsCrit, OutputsModel =
OutputsModel1)

## Validacion
## periodo de validacion
Ind_Run <- seq(which(format(BasinObs$DatesR, format = "%m/%Y")==="01/2012"),
              which(format(BasinObs$DatesR, format = "%m/%Y")==="12/2022"))

## preparacion de RunOptions object
RunOptions <- CreateRunOptions(FUN_MOD = RunModel_GR2M,
                              InputsModel = InputsModel, IndPeriod_Run =
Ind_Run)

## simulacion
Param <- OutputsCalib$ParamFinalR
OutputsModel <- RunModel_GR2M(InputsModel = InputsModel, RunOptions =
RunOptions, Param = Param)

## vista previa de resultados
plot(OutputsModel, Qobs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])
## criterio de eficiencia: Nash-Sutcliffe Efficiency
InputsCrit  <- CreateInputsCrit(FUN_CRIT = ErrorCrit_NSE, InputsModel =
InputsModel,RunOptions = RunOptions, Obs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])

OutputsCrit  <- ErrorCrit_NSE(InputsCrit = InputsCrit, OutputsModel =
OutputsModel)
#

BasinRes      <- data.frame("F"=OutputsModel[["DatesR"]],
"Qsi"=as.numeric(OutputsModel[["Qsim"]]))

####
#caudales simulados periodo total
##
Ind_Run <- seq(which(format(BasinObs$DatesR, format = "%m/%Y")==="01/1990"),
              which(format(BasinObs$DatesR, format = "%m/%Y")==="12/2022"))
ind_Run1=Ind_Run
## preparacion de RunOptions object
RunOptions <- CreateRunOptions(FUN_MOD = RunModel_GR2M,
                              InputsModel = InputsModel, IndPeriod_Run =
Ind_Run)

## simulacion

```

```
Param <- OutputsCalib$ParamFinalR
OutputsModel2 <- RunModel_GR2M(InputsModel = InputsModel, RunOptions =
RunOptions, Param = Param)
```

```
## vista previa de resultados
plot(OutputsModel2, Qobs = BasinObs$Qmm[Ind_Run])
#Resultados finales
```

```
m=data.frame("Fecha"=OutputsModel2[["DatesR"]], "P"=as.numeric(prec),
"E"=as.numeric(ETo), "Qmm"=as.numeric(Q.mensual.mm),
"Qs"=OutputsModel2[["Qsim"]])
```

Anexo 1

Información registrada.

- Registro de niveles del embalse.

42252
42950

Fecha	Hora	Día	Cota Emb.	Comp. HI x MD	Vertedero	Observaciones
23-01-2001	8:00	Domingo	1882,97	✓	CONTINUA 20 MINUTOS Las "4" Cerradas	
24-01-01	"	"	1883,09	✓	"	Amanece Nublado con un poco de lluvia
25-01-01	"	"	1884,45	✓	Comp. Avierta a las 8:30 PM Paso por encima las Gomez Hrs 7:00 AM	CONTINUA Las Cerradas por la No Che y de al día
* 26-01-01	12:00	"	1885,18	✓	Desolbado de las Gomez Total	Hrs 11:30 AM a las 20 fto Las Gomez "10"
26-01-01	8:00	"	1883,97	✓	"	"
27-01-01	"	"	1883,38	✓	Sierra de Comp. Hrs 11:00 AM a las 1:30 PM	CONTINUA Nublado
28-01-01	"	"	1883,08	✓	Sierra de Comp. Hrs 1:30 PM a las 2:00 PM	"
28-01-01	"	Sábado	1882,99	✓	"	"
30-01-01	"	Domingo	1882,99	✓	"	Hrs 12:00 Muevas 22 hrs por las Cerradas
31-01-01	"	"	1883,04	✓	"	Muvia Hrs. 20:30 PM por la Sierra
1-02-01	"	"	1882,97	✓	"	amaneco Nublado y un poco de lluvia
2-02-01	"	"	1883,10	✓	Comp. Avierta a las 11:15 AM	CONTINUA Desapagado
2-02-01	21:40	"	1884,04	✓	Comp. HI y MD Avierta a las 2:00 PM	Lluvia por las Sierra Hrs 16:00 con un poco de lluvia
3-02-01	8:00	"	1884,22	✓	"	CONTINUA Las lluvias por las Sierra
4-02-01	"	"	1884,22	✓	"	sigue lloviendo por las Cerradas
5-02-01	"	Sábado	1884,12	✓	Comp. Avierta a las 11:00 Hrs. 12:45	Cota Hrs 17:45 - 18:03
6-02-01	"	Domingo	1883,99	✓	"	"
7-02-01	"	"	1883,92	✓	"	"
8-02-01	"	"	1883,79	✓	Comp. Avierta a las 10:45	Cota Hrs. 10:45 1883,97 un poco de lluvia por la Sierra

- Registro de aperturas de compuertas.

Lunes 15-01-2001
Se Realizo la revision de las finales de cubera para cerrar las compuertas y se desarmo 4 finales de cubera para reparar.

Jueves

Miércoles 24-01-2001
Se continua con la reparacion de la compuerta.

Jueves 15-02-2001
Se Realizo la apertura de la compuerta sector 1.
- Operacion ok.
- Nivel actual ok.
- Termop
- Horometro 35,1 Hrs

Tarifa 1 de Abril del 2019
Se realizo Apertura de Compuertas Sector 1 y 2 por un tiempo de 20mm cada una trabajo que se realizo para sedimentar todo lo que se aperturo hasta nivel 4 cada una.

Abel Rios
Willy Villegas
Willsan Ortiz

- Registro de bombeo a tanques de la Tablada

Marzo/2022		Abril/2022	
Australiano		Australiano	
M1	8:00-9:00	V1	8:00-14:30
M2	8:00-9:30	L4	10:00-14:30
J3	8:00-11:00	M5	11:00-14:00
L7	8:00-9:00	M6	10:30-18:00
M9	9:30-13:00	J7	7:30-14:00
J10	11:00-12:30	L11	7:30-10:00
L14	11:00-12:00	M12	9:00-11:00
M15	9:30-11:00	M13	8:30-11:00
M16	8:00-11:00	J14	7:00-8:00
V18	8:30-11:00	L18	8:00-18:00
L21	7:30-15:00	M19	6:30-16:00
M22	8:00-14:00	M20	13:00-17:30
M23	8:00-17:00	J21	8:00-12:30
J24	9:00-13:00	V22	8:00-12:30
V25	8:00-12:00	L25	8:00-18:00
L28	7:30-18:00	M26	8:00-18:00
M29	7:30-18:00	M27	7:30-13:30
M30	6:00-18:00	J28	7:30-13:00
J31	8:00-14:30	V29	10:30-15:00

- Información recolectada por SETAR

AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL DE ELECTRICIDAD										
INFORMACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO FORM 18E 110 MENSUAL GENERACIÓN										
SISTEMA ELÉCTRICO SETAR TABLA GESTIÓN: 2012 MES: ABRIL RESPONSABLE: ING. RICARDO MCMALES FECHA: 14/05/2012										
I. ENERGÍA GENERADA POR CENTRALES PROPIAS										
CENTRAL	UNIDAD DE GENERACIÓN	TIPO	UNIDAD DISPONIBLE (SINO)	POTENCIA EFECTIVA DISPONIBLE (MW)	POTENCIA MÁXIMA GENERADA (MW)	GENERACIÓN CON PLANTA BRUTA (MWH)	NIVEL DEL EMBALSE (m)	NIVEL DEL EMBALSE (m) al fin de mes	VOLUMEN ALMACENADO (m³)	ENERGÍA DISPONIBLE (MWH)
LA TABLADA	10-A-MS	H	37	27.250	20.550	7.700.160	347.890	7.452.121		7.452.121
SAN JACINTO	H	3	3	0.000	0.000	4.271.508	10.368	4.271.508		4.271.508
SAN JACINTO	H	3	3	0.000	0.000					
TOTAL			43	27.250	20.550	11.971.668	460.233	11.511.435	45.385.200	12.723.629
II. DATOS HIDROMÉTRICOS										
EMBALSE	VOLUMEN UTILIZADO (m³)	APORTES AL EMBALSE (m³)	NIVEL MÁXIMO DEL EMBALSE (m)	ENERGÍA DISPONIBLE (MWH)						
SAN JACINTO	37.385.612,96	21.280.000		5.729,37						
III. COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES										
CENTRAL	UNIDAD DE GENERACIÓN	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO (Bs)	LUBRICANTES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO (Bs)	
LA TABLADA	10-A-MS	GN	90.028,252	MPC	890.098.752,52	SE TRITOLIO 20	0	LITR	0,00	
LA TABLADA	10-A-MS	DO	-	LITR	-	SE TRITOLIO 20	0	LITR	0,00	
SAN JACINTO	10-B-MS	DO	-	LITR	-	SE TRITOLIO 20	0,30	LITR	0,00	
TOTAL					890.098.752,52				0,00	
PRECIO DEL GAS										
PRECIO DEL DIESEL										
PRECIO DEL ACEITE 15W/40										
PRECIO DEL ACEITE 15W/50										
PRECIO DEL ACEITE 15W/60										
PRECIO DEL ACEITE 15W/80										
PRECIO DEL ACEITE 15W/100										
PRECIO DEL ACEITE 15W/150										
PRECIO DEL ACEITE 15W/200										
PRECIO DEL ACEITE 15W/250										
PRECIO DEL ACEITE 15W/300										
PRECIO DEL ACEITE 15W/350										
PRECIO DEL ACEITE 15W/400										
PRECIO DEL ACEITE 15W/450										
PRECIO DEL ACEITE 15W/500										
PRECIO DEL ACEITE 15W/550										
PRECIO DEL ACEITE 15W/600										
PRECIO DEL ACEITE 15W/650										
PRECIO DEL ACEITE 15W/700										
PRECIO DEL ACEITE 15W/750										
PRECIO DEL ACEITE 15W/800										
PRECIO DEL ACEITE 15W/850										
PRECIO DEL ACEITE 15W/900										
PRECIO DEL ACEITE 15W/950										
PRECIO DEL ACEITE 15W/1000										
OBSERVACIONES:										

Anexo 6

Información registrada.

- Registro de niveles del embalse.

42252
42950

Fecha	Hora	Día	Cota Emb.	Comp. HI x MD	Vertedero	Observaciones
23-01-2001	8:00	Domingo	1882,97	/	CONTINUA 20 MINUTOS Las "4" Cerradas	
24-01-01	"	"	1883,09	/	"	Amaneció Nublado con un poco de lluvia
25-01-01	"	"	1884,45	Comp. Av. a las 11:30 AM a Pos. "3"	Paso por las 12:30 PM Las Gomas Hrs. 7:00 AM	CONTINUA Las Gomas por la No Che y de al día
* 26-01-01	12:00	"	1885,18	Pos. "6"	Desolado días Gomas Total	Hrs 11:30 AM a las 20 fto Las Gomas "10"
26-01-01	8:00	"	1883,97	/	"	"
27-01-01	"	"	1883,38	Sierra de Comp. Hrs 11:00 AM a Pos. "3"	Cota 1883,38	CONTINUA Nublado
28-01-01	"	"	1883,08	Sierra de Comp. Hrs 11:00 AM a Pos. "2"	Cota 1882,97	"
28-01-01	"	Sábado	1882,99	/	"	Hrs 12:00 Nublado por las Cebadas
30-01-01	"	Domingo	1882,99	/	"	Luvia Hrs. 20:30 PM por la noche
31-01-01	"	"	1883,04	/	"	amaneció Nublado y un poco de lluvia
1-02-01	"	"	1882,97	/	"	Cielo Despejado
2-02-01	"	"	1883,10	Comp. Hrs 11:15 AM a Pos. "3"	"	Luvia por las 16:00 Hrs. un poco de lluvia
2-02-01	21:40	"	1884,04	Comp. HI y MD Avierta a las Pos. "3"	Paso por las 10:30 PM de las Gomas	CONTINUA Las lluvias por las 20:00 Hrs.
3-02-01	8:00	"	1884,22	/	CONTINUA Pasando por al Vertedero	Sigue lloviendo por las Cebadas
4-02-01	"	"	1884,22	/	"	"
5-02-01	"	Sábado	1884,12	Comp. Avierta a Pos. "1" Hrs. 12:45	"	Cota Hrs 17:45 - 18:03
6-02-01	"	Domingo	1883,99	/	"	Paso de las 10:30 PM por las Gomas
7-02-01	"	"	1883,92	/	"	"
8-02-01	"	"	1883,79	Comp. Señala a las 10:45	"	Cota Hrs. 10:45 1883,97 un poco de lluvia por la noche

- Registro de aperturas de compuertas.

Lunes 15-01-2001
Se Realizó la revisión de las finales de cámara para cerrar las compuertas y se desarmo 4 finales de cámara para reparar.

Jueves

Miércoles 24-01-2001
Se continuó con la reparación de la compuerta.

Jueves 15-02-2001
Se Realizó la apertura de la compuerta sector
- Reparación 3.
- Nivel actual ok.
- Termop
- Horometro 35,1 Hrs

Tarifa 1 de Abril del 2019
Se realizó Apertura de Compuertas Sector 1 y 2 por un tiempo de 20mm cada una trabajo que se realizó para sedimentar todo lo que se apertura hasta nivel 4 cada una.

Abel Rios
Willy Villegas
Willsan Ortiz

- Registro de bombeo a tanques de la Tablada

Marzo/2022		Abril/2022	
Australiano		Australiano	
M1	8:00-9:00	V1	8:00-14:30
M2	8:00-9:30	L4	10:00-14:30
J3	8:00-11:00	M5	11:00-14:00
L7	8:00-9:00	M6	10:30-18:00
M9	9:30-13:00	J7	7:30-14:00
J10	11:00-12:30	L11	7:30-10:00
L14	11:00-12:00	M12	9:00-11:00
M15	9:30-11:00	M13	8:30-11:00
M16	8:00-11:00	J14	7:00-8:00
V18	8:30-11:00	L18	8:00-18:00
L21	7:30-15:00	M19	6:30-16:00
M22	8:00-14:00	M20	13:00-17:30
M23	8:00-17:00	J21	8:00-12:30
J24	9:00-13:00	V22	8:00-12:30
V25	8:00-12:00	L25	8:00-18:00
L28	7:30-18:00	M26	8:00-18:00
M29	7:30-18:00	M27	7:30-13:30
M30	6:00-18:00	J28	7:30-13:00
J31	8:00-14:30	V29	10:30-15:00

- Información recolectada por SETAR

AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL DE ELECTRICIDAD									
INFORMACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO FORM 18E 110 MENSUAL GENERACIÓN									
SISTEMA ELÉCTRICO SETAR TABLA GESTIÓN: 2012 MES: ABRIL RESPONSABLE: ING. RICARDO MCMALES FECHA: 14/05/2012									
I. ENERGÍA GENERADA POR CENTRALES PROPIAS									
CENTRAL	UNIDAD DE GENERACIÓN	TIPO	UNIDAD DISPONIBLE (SINO)	POTENCIA EFECTIVA DISPONIBLE (MW)	POTENCIA MÁXIMA GENERADA (MW)	GENERACIÓN BRUTA (MWH)	CONSUMO PLANTA + PERDIDAS (MWH)	VENTAS DIRECTAS (MWH)	ENERGÍA DISPONIBLE (MWH)
LA TABLADA	LA TABLADA	TC-MS	37	27.250	20.550	7.700.140	347.890	7.452.250	7.452.250
LA TABLADA	SAN JACINTO	H	3	0.000	0.000	4.271.500	10.350	4.261.150	4.261.150
LA TABLADA	SAN JACINTO	H	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL			43	27.250	20.550	11.971.640	358.240	11.613.400	11.613.400
II. DATOS HIDROMÉTRICOS									
EMBALSE	VOLUMEN UTILIZADO (m³)	APORTES AL EMBALSE (m³)	NIVEL MÁXIMO DEL EMBALSE (m)	NIVEL DEL EMBALSE (m) al fin de mes	VOLUMEN ALMACENADO (m³)	ENERGÍA DISPONIBLE (MWH)			
SAN JACINTO	37.385.612,96	21.280.000			45.385.200	5.729,37			
III. COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES									
CENTRAL	UNIDAD DE GENERACIÓN	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO (Bs)	LUBRICANTES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO (Bs)
LA TABLADA	LA TABLADA	ON	90.028,252	MPC	890.098.752,52	SE TRITOLIO 20	0	LITR	0,00
LA TABLADA	LA TABLADA	DO	-	LITR	-	SE TRITOLIO 20	0	LITR	0,00
LA TABLADA	LA TABLADA	DO	-	LITR	-	SE TRITOLIO 20	0,00	LITR	0,00
TOTAL					890.098.752,52				0,00
PRECIO DEL GAS									
PRECIO DEL DIESEL									
PRECIO DEL ACEITE 15W/40									
PRECIO DEL ACEITE 10W/40									
PRECIO DEL ACEITE 5W/40									
PRECIO DEL ACEITE 30W/40									
PRECIO DEL ACEITE 15W/20									
OBSERVACIONES:									