
УДК 556.5(1/9)
ВАК 25.00.27

АНАЛИЗ ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ПРОВИНЦИИ МАНАБИ

Кампос Седеньо Антонио Фермин¹, Е.К. Синиченко¹, И.И. Грицук^{1,2}

¹ Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

² Институт водных проблем РАН
ул. Губкина, 3, Москва, Россия, 119333

Количество дождевых осадков в Эквадоре в зависимости от климатических зон (Коста, Сьерра и Ориенте) колеблется в пределах 200—5000 мм в год [4]. В данной работе сделан анализ многолетних рядов наблюдений метеорологических станций в провинции Манаби в период с 1963 по 2013 гг. При удлинении коротких рядов наблюдений применялся метод ортогональной регрессии. Построены изолинии дождевых среднемноголетних осадков и определен их среднегодовой объем, имеющие важное значение в области проектирования гидротехнических сооружений для системы водоснабжения.

Ключевые слова: гидрология, ортогональная регрессии, изолинии дождевых осадков, среднегодовой объем стока, водные ресурсы.

Анализ данных проводился по среднемесячным значениям 34 метеорологических станций, установленных в провинции Манаби (рис. 1) и имеющих разные ряды календарных наблюдений. Данные были предоставлены Национальным институтом гидрологии и метеорологии Эквадора (INAMHI). Наблюдения осуществлялись в период 1963—2013 гг. (табл. 1).

Работа направлена на построение изолиний многолетних дождевых осадков путем последовательного решения следующих задач:

- заполнение недостающих данных наблюдений;
- установление корреляционных связей;
- обработка данных;
- построение изолиний многолетних дождевого стока.

В гидрологии существует несколько методов для пополнения недостающих данных в календарных рядах наблюдений. Наиболее распространены следующие [1—3]:

- метод прямой линии связей;
- метод линейной корреляции;
- метод ортогональной корреляции.

Производя сравнение полученных результатов календарных рядов наблюдений с использованием этих методов для дальнейшей обработки, был выбран метод ортогональной корреляции имеющий наиболее высокое осредненное значение коэффициента корреляции 0,84765 (табл. 2).

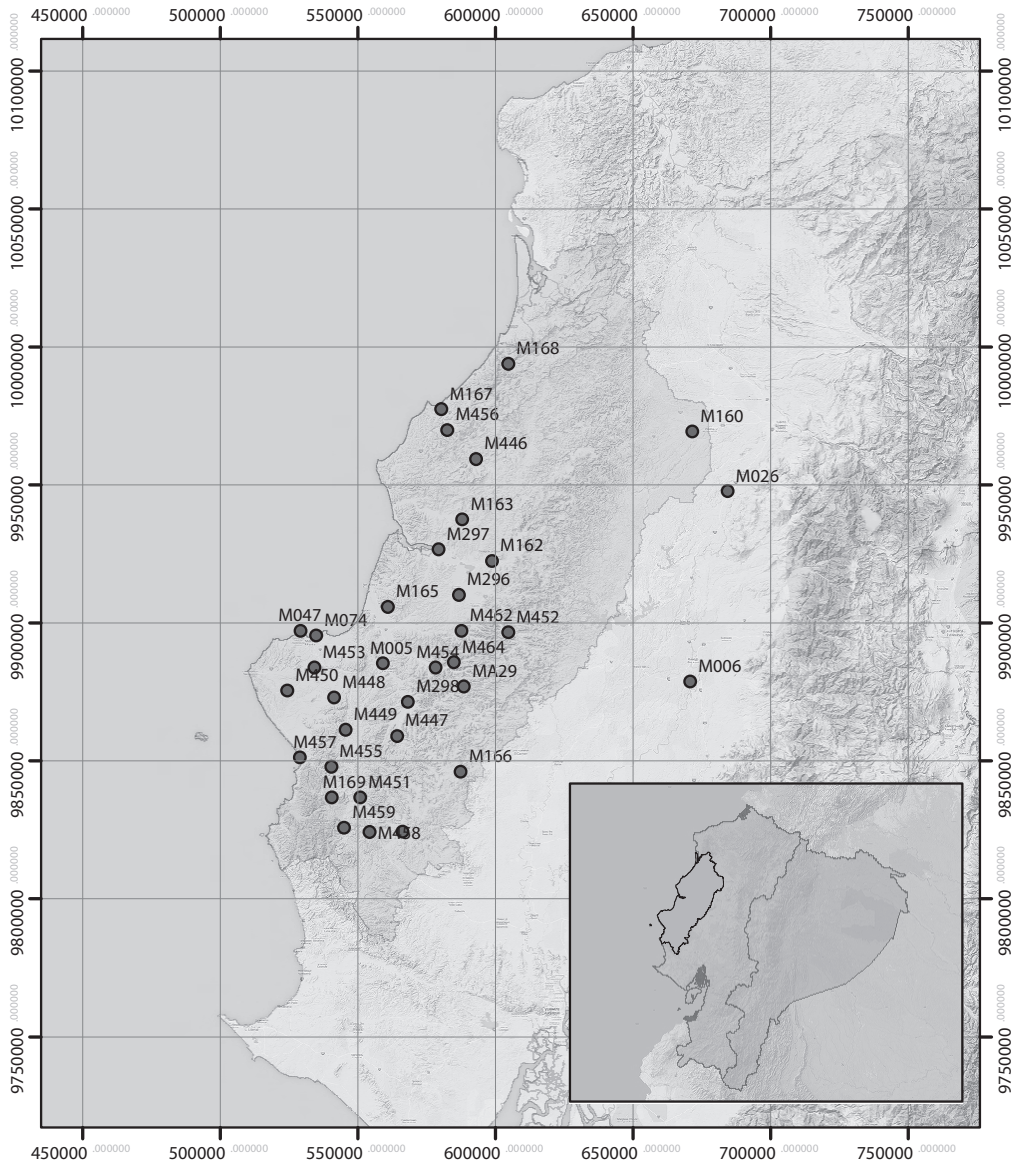


Рис. 1. Схема расположения метеостанций

Таблица 1

Метеорологические станции провинции Манаби

Nro.	НАЗВАНИЕ СТАНЦИИ	КОД	КООРДИНАТЫ UTM WGS84			ПЕРИОД	ИТОГ МЕСЯЧН. НАБЛ.
			X	Y	Z		
1	Портовьехо — УТМ	M005	559,523.22	9,884,982.17	60.00	1963—2013	612
2	Пичилинге	M006	671,167.34	9,878,372.68	120.00	1982—2013	384
3	Пуэрто Ила	M026	684,859.81	9,947,353.13	260.00	1963—2013	600
4	Манта Инокар	M047	529,607.70	9,896,745.30	3.00	1977—2011	285

№№.	НАЗВАНИЕ СТАНЦИИ	КОД	КООРДИНАТЫ UTM WGS84			ПЕРИОД	ИТОГ МЕСЯЧН. НАБЛ.
			X	Y	Z		
5	Манта Аеропуэрто	M074	535,232.44	9,894,994.75	12.00	1964—1981	182
6	Эль Кармен	M160	671,938.74	9,968,948.11	250.00	1977—2013	334
7	Чоне	M162	599,185.83	9,922,066.78	20.00	1963—2013	568
8	Бояка	M163	588,400.30	9,937,145.28	370.00	1964—2013	450
9	Рокафуэрте	M165	561,349.93	9,905,400.22	20.00	1963—2013	606
10	Олмедо — Манаби	M166	587,791.41	9,845,734.15	50.00	1964—2013	560
11	Хама	M167	580,799.64	9,977,124.57	5.00	1964—2013	493
12	Педерналес-Манаби	M168	605,097.76	9,993,551.53	20.00	1965—1996	332
13	Хулькуй	M169	540,911.18	9,836,411.78	240.00	1970—2013	505
14	Кампосано № 2	M171	566,616.98	9,823,940.07	220.00	1964—2013	594
15	Естансилья	M296	587,159.33	9,909,725.24	4.00	1967—1998	320
16	Симбокаль	M297	579,743.79	9,926,307.47	1.00	1986—1990	51
17	Лодана	M298	568,606.76	9,871,040.58	35.00	1981—1997	115
18	Сан Исидро — Манаби	M446	593,441.49	9,959,038.04	150.00	1964—2006	440
19	Вентикуатро де Маё	M447	564,710.04	9,858,636.79	115.00	1982—2013	371
20	Ла Лагуна	M448	541,812.73	9,872,580.49	200.00	1964—2013	556
21	Санкан	M449	545,983.04	9,860,943.20	245.00	1964—2012	559
22	Камаронес-Манаби	M450	524,784.87	9,875,161.34	180.00	1964—2013	568
23	Эль Анэгадо	M451	551,324.59	9,836,471.24	380.00	1964—2013	578
24	Сапотэ	M452	605,083.81	9,896,271.70	50.00	1984—2013	290
25	Чоррильос	M453	534,613.23	9,883,481.05	220.00	1982—2013	373
26	Рио Чико — Алахуэла	M454	578,715.81	9,883,443.13	20.00	1967—2013	512
27	Хоа — Хипихапа	M455	540,758.45	9,847,495.81	195.00	1964—2013	567
28	Хама АЖ Мариано	M456	582,963.07	9,969,540.23	20.00	1967—2002	304
29	Пуэрто Каё	M457	529,325.34	9,850,843.98	6.00	1964—2013	593
30	Колимес — Пахан	M458	554,628.06	9,823,912.53	200.00	1964—2013	590
31	Сан Пабло - Манаби	M459	545,420.53	9,825,480.44	435.00	1964—2013	589
32	Хунин	M462	588,083.86	9,896,705.80	70.00	1974—2012	441
33	Рио Чамотете — Хесус Мария	M464	585,361.31	9,885,406.72	40.00	1970—2013	502
34	Поса Онда	MA29	589,006.09	9,876,562.52	100.00	1977—2013	175

Таблица 2

Сравнительный анализ методов корреляции

ДОЖД. СТАНЦИИ		НАБЛЮДЕНИЯ		КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ		
Неполная	Базовая	Неполная	Базовая	метод ортог. корр.	метод лин. ко рр.	метод усредн. знач.
M165	M005	606	612	0.93636	0.93623	0.93619
M171	M005	594	612	0.83958	0.83690	0.83965
M458	M005	590	612	0.83704	0.83417	0.83718
M459	M005	589	612	0.77761	0.76102	0.77414
СРЕДНЕЕ				0.84765	0.84208	0.84679

Национальным институтом гидрологии и метеорологии Эквадора (INAMHI) было предоставлено 14 999 среднемесячных значений дождевых осадков по многолетним наблюдениям 34 метеорологических станций Манаби. Однако в некоторых календарных рядах отсутствовали годы наблюдений (общим количеством 5809). В результате использования метода ортогональной корреляции ряды были дополнены и общее количество значений составило 20 808.

С помощью метода кривых двойной массы проведен анализ согласованности полученных результатов, подтверждающий правильность выбора метода дополнения расчетных рядов, а следовательно, отсутствие необходимости применять другие методы.

С полными рядами количественных данных по осадкам для каждой из 34 станций были рассчитаны:

- годовой дождевой сток для каждого года наблюдения;
- средние многолетние значения дождевых осадков.

Сумма годовых осадков за каждый год:

$$Pa_i = \sum_{j=1}^{12} P_j,$$

где i — года наблюдения ($i = 1, 2, \dots, 51$); j — месяц наблюдения ($j = 1, 2, \dots, 12$).

Средний многолетний дождевой осадок определяется по формуле

$$P_{ma} = \frac{\sum_{i=1}^{51} Pa_i}{n},$$

где $n = 51$ — количество лет наблюдений; $m = 12$ — количество месяцев наблюдений.

В таблице 3 приведены результаты средних многолетних дождевых осадков за период 1963—2013 гг.

По данным таблицы 3 с использованием метода триангуляции построены изолинии средних многолетних дождевых осадков провинции Манаби в период 1963—2013 (рис. 2).

Таблица 3

Средние многолетние значения дождевых осадков за период 1963–2013

№г.	ИЗМ. СТАНЦИЯ	X-UTM	Y-UTM	ОСАДКИ, мм
1	M005	559523	9884982	528.0
2	M006	671167	9878373	2156.7
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.2
5	M074	535232	9894995	270.2
6	M160	671939	9968948	2650.3
7	M162	599186	9922067	1233.4
8	M163	588400	9937145	1190.7
9	M165	561350	9905400	454.1
10	M166	587791	9845734	1657.2
11	M167	580800	9977125	778.8
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.6
14	M171	566617	9823940	1308.6
15	M296	587159	9909725	847.6
16	M297	579744	9926307	705.8
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.5
19	M447	564710	9858637	1024.3
20	M448	541813	9872580	378.4
21	M449	545983	9860943	530.1
22	M450	524785	9875161	443.1
23	M451	551325	9836471	994.6
24	M452	605084	9896272	1472.6
25	M453	534613	9883481	609.9
26	M454	578716	9883443	891.3
27	M455	540758	9847496	459.0
28	M456	582963	9969540	480.3
29	M457	529325	9850844	416.0
30	M458	554628	9823913	1131.9
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.5
34	MA29	589006	9876563	1287.8

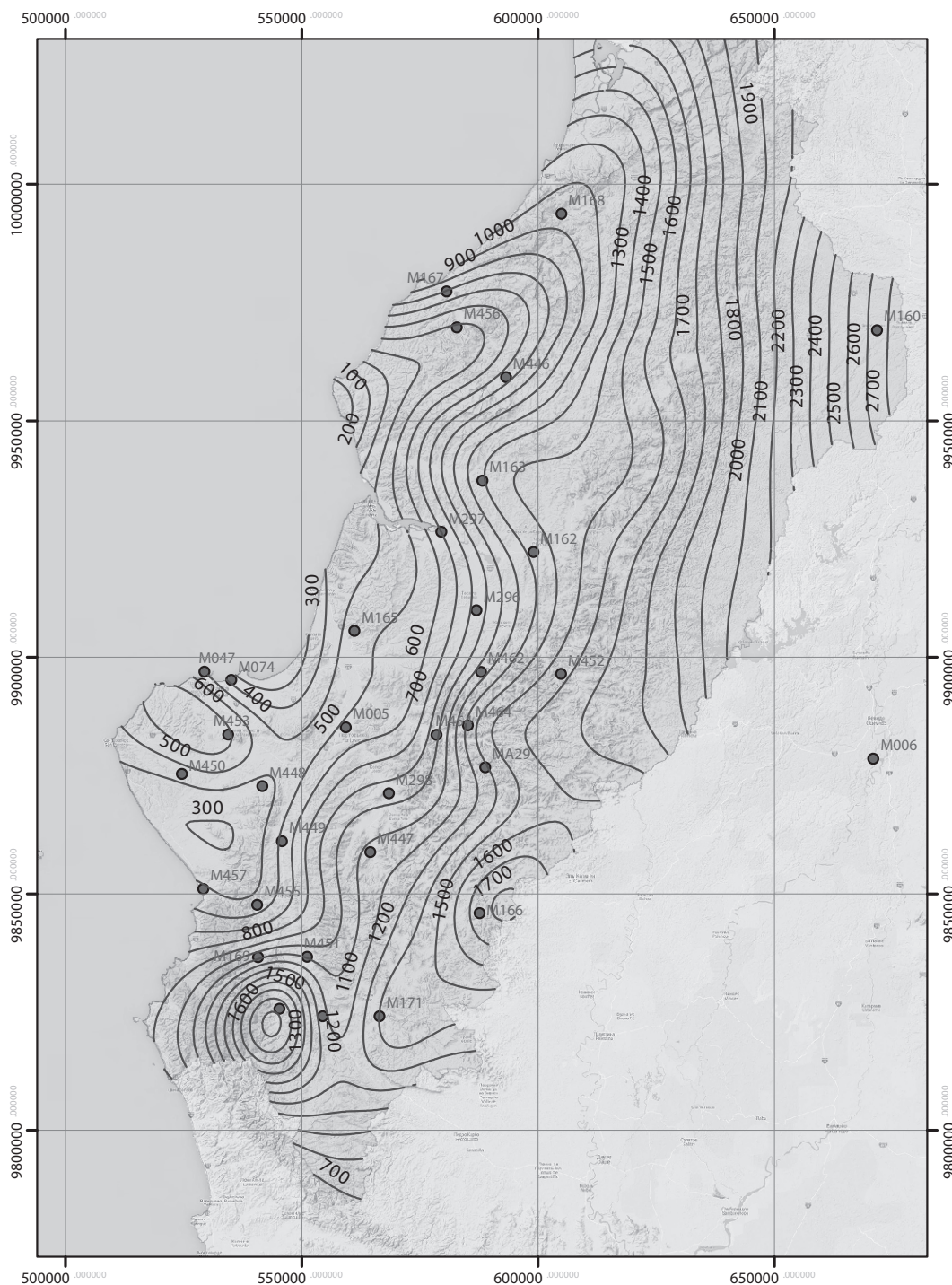


Рис. 2. Изолинии средних многолетних дождевых осадков (мм), 1963—2013 гг.

С помощью полученных изолиний были определены среднегодовые объемы осадков демаркации Манаби по гидрографическим бассейнам 5-го порядка (по Пфафстеттеру) (табл. 4).

Таблица 4

Среднегодовые объемы воды от осадков демаркации Манаби

№	КОД БАСЕЙНА	ОСАДКИ			ПЛОЩАДЬ (км ²)	ОБЪЕМ (Гм ³)
		МИН (мм)	МАКС (мм)	СРЕДНЯЯ (мм)		
1	15134	900	1700	1300	554.45	720.78
2	15135	800	900	850	96.10	81.69
3	15136	700	1400	1050	296.30	311.12
4	15137	300	900	600	457.26	274.36
5	15138	300	700	500	311.34	155.67
6	15139	200	600	400	1,046.42	418.57
7	15141	200	500	350	75.51	26.43
8	15142	400	700	550	185.46	102.00
9	15143	300	500	400	96.65	38.66
10	15144	500	1500	1000	467.14	467.14
11	15145	400	900	650	441.38	286.90
12	15146	700	1100	900	293.06	263.76
13	15147	900	1100	1000	56.76	56.76
14	15148	1000	1300	1150	106.09	122.00
15	15149	900	1600	1250	358.90	448.63
16	15151	200	300	250	1.45	0.36
17	15152	300	500	400	87.78	35.11
18	15153	250	350	300	5.48	1.65
19	15154	300	500	400	51.62	20.65
20	15155	300	400	350	29.45	10.31
21	15156	300	500	400	38.57	15.43
22	15158	450	600	525	96.47	50.65
23	15159	350	500	425	86.39	36.72
24	15161	600	1100	850	157.97	134.27
25	15162	950	1700	1325	847.72	1,123.23
26	15163	500	1100	800	110.63	88.50
27	15164	900	1100	1000	15.15	15.15
28	15165	500	900	700	180.93	126.65
29	15166	900	1600	1250	214.25	267.81
30	15167	900	1000	950	25.37	24.10
31	15168	700	1500	1100	239.22	263.15
32	15169	1000	1700	1350	546.53	737.82

№	КОД БАСЕЙНА	ОСАДКИ			ПЛОЩАДЬ (км ²)	ОБЪЕМ (Гм ³)
		МИН (мм)	МАКС (мм)	СРЕДНЯЯ (мм)		
33	15171	400	750	575	55.38	31.84
34	15172	400	700	550	30.01	16.51
35	15173	200	600	400	39.14	15.66
36	15174	200	1300	750	351.02	263.26
37	15175	100	400	250	14.40	3.60
38	15176	100	700	400	251.59	100.64
39	15177	100	400	250	31.55	7.89
40	15178	400	800	600	41.04	24.63
41	15179	500	900	700	17.10	11.97
42	15181	600	900	750	113.88	85.41
43	15182	600	1100	850	243.75	207.19
44	15183	500	600	550	62.70	34.49
45	15184	500	800	650	116.10	75.47
46	15185	500	1000	750	205.79	154.34
47	15186	1000	1200	1100	73.98	81.38
48	15187	1000	1100	1050	6.92	7.27
49	15188	1100	1400	1250	237.40	296.75
50	15189	800	1300	1050	311.55	327.13
51	15191	600	1200	900	213.52	192.17
52	15192	800	1100	950	647.97	615.57
53	15193	1100	1400	1250	199.17	248.96
54	15194	1200	1400	1300	249.32	324.12
55	15195	1400	1500	1450	42.21	61.20
56	15196	1500	1800	1650	343.95	567.52
ИТОГ					11,477.26	10,480.95

Проведенный анализ рядов наблюдений показал, что среднее многолетнее значение дождевых осадков в Манаби изменяется в пределах от 200 мм в западном и до 2800 мм в восточном районах, соответственно.

Для дополнения необходимых данных отсутствующих в рядах наблюдений и удлинения коротких рядов наблюдений для метеостанций провинции Манаби наиболее достоверным методом является метод ортогональной регрессии.

Впервые построена карта изолиний среднемноголетних значений дождевых осадков за многолетний период наблюдений 1963—2013 гг. с использованием ме-

тогда триангуляции провинции Манаби, которая дает возможность в первом приближении оценить сток с данной площади водосбора речной системы.

Впервые подсчитан среднегодовой объем стока от осадков демаркации Манаби, составляющий 10,480.95 млн м³.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Румянцев В.К. Гидрологические расчеты в гидротехническом строительстве. М.: РУДН, 1992, 99 с.
- [2] Chereque Mor n Wendor. *Hidrolog a para estudiantes de ingenier a civil* (Lima: 1989).
- [3] Fernando Valdivieso. *Hidrolog a — Apuntes* (Universidad T cnica Particular de Loja, 2010).
- [4] Secretar a de Gesti n de Riesgos, 'Anuarios Meteorol gicos'2014) <<http://186.42.174.231/index.php/clima/anuarios-meteorologicos>> [Accessed 19.11.2014 Secretar a de Gesti n de Riesgos].

ANALYSIS OF DATA OF METEOROLOGICAL STATIONS OF THE PROVINCE OF THE MANABA

Campos Cedeno Antonio Fermin¹, E.K. Sinichenko¹, I.I. Gritsuk^{1,2}

¹ Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

² Water Problems Institute
Russian Academy of Science
Gubkina str., 3, Moscow, Russia, 119333

The quantity of rain rainfall in Ecuador depending on climatic zones (Costa, Sierra and Oriyente) fluctuates within 200—5000 mm a year [4]. In this work the analysis of long-term series of observations of meteorological stations in the province Manabi during the period from 1963 to 2013 is made. When lengthening short series of observations the method of orthogonal regression was applied. Isolines of rain mean annual rainfall are as a result built and their average annual volume, important in the field of design of hydraulic engineering constructions for system of water supply is determined.

Key words: hydrology, orthogonal regressions, isolines of rain rainfall, average annual volume of a drain, water resources.

REFERENCES

- [1] Rumyantsev V.K. Hydrological calculations in hydraulic engineering. М.: People's Friendship University, 1992, 99 pp.
- [2] Chereque Mor n Wendor. *Hidrolog a para estudiantes de ingenier a civil* (Lima: 1989).
- [3] Fernando Valdivieso. *Hidrolog a — Apuntes* (Universidad T cnica Particular de Loja, 2010).
- [4] Secretar a de Gesti n de Riesgos, 'Anuarios Meteorol gicos'2014) <<http://186.42.174.231/index.php/clima/anuarios-meteorologicos>> [Accessed 19.11.2014 Secretar a de Gesti n de Riesgos].