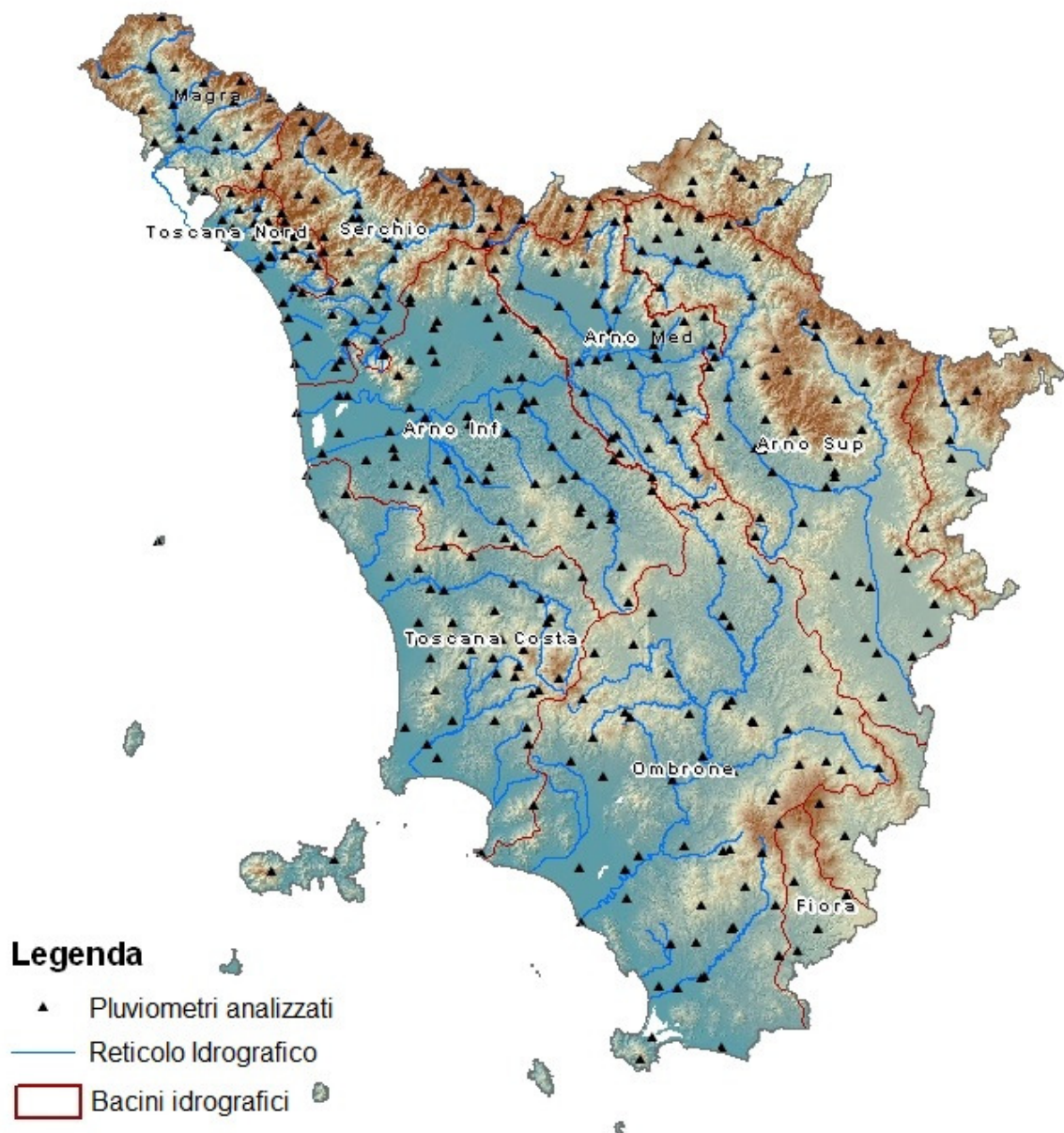




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

REPORT PLUVIOMETRICO ANNO 2019





REPORT PLUVIOMETRICO ANNO 2019

Commento generale

PREMESSA

Al fine di valutare l'entità gli apporti pluviometrici, sono state considerate tutte le stazioni automatiche (circa 400 pluviometri) che fanno parte delle reti di monitoraggio gestite dal Servizio Idrologico Regionale (SIR). I dati registrati ed archiviati in un DB gestito dal SIR sono stati sottoposti ad un processo di pre-validazione ed interpolati, per creare un continuum territoriale, mediante algoritmi di interpolazione geostatistici (kriging ordinario). Il Kriging ordinario oltre a permettere l'interpolazione di variabili misurate in situ, consente di stimare la sua precisione in quei siti dove non sono disponibili misure dirette. Per rappresentare meglio lo stato attuale degli afflussi sono state compiute elaborazioni che hanno permesso di effettuare confronti tra le piogge cumulate (in un certo intervallo temporale) con quelle medie di analoghi periodi riferite agli anni 1988-2017 e agli anni 1971-2000.

ANALISI DEI DATI DISTRIBUITI

La mappa delle precipitazioni dell'anno 2019 rilevate dalle stazioni in telemisura ricadenti sul territorio della Regione Toscana, evidenzia apporti meteorici che variano tra i 600 ed i 2500 mm e con un valore medio di circa 1200 mm stimato sull'intero territorio regionale; i maggiori afflussi si sono registrati sul settore nord-occidentale della Regione, in particolare sulle Apuane, sul bacino idrografico del Serchio nella porzione occidentale al confine col bacino Toscana Nord. Gli afflussi pluviometrici inferiori si sono, invece, registrati nella porzione costiera centro-meridionale della regione e nell'arcipelago. In generale le precipitazioni registrate sulla regione Toscana nel corso dell'anno in esame sono da considerare superiori alla norma sia utilizzando come riferimento il trentennio precedente (1989-2018) sia - soprattutto - i trenta anni dal 1971 al 2000. In particolare, si registra un surplus medio del 35% (corrispondente a circa 300 mm di pioggia in più) rispetto al trentennio precedente, il raffronto rispetto al trentennio 1971-2000 evidenzia, invece, un surplus ancora più marcato (+60%, corrispondenti a circa 500 mm di pioggia in più). L'analisi delle figg .6, 7, 8 e 9, in cui viene effettuato il calcolo dell'indice SPI (indicatore statistico che misura il deficit o l'eccesso di precipitazione in un dato intervallo di tempo rispetto alla precipitazione normale di lungo termine) mette in luce, su base annuale, valori "vicini alla norma" sulla porzione orientale della regione, umidità da 'moderata' a 'estrema' in particolare nella porzione settentrionale (bacini del Magra e alto Serchio) ed in quella corrispondente ai bacini dell'Ombrore Grossetano e Toscana Costa; solo in una limitata parte della regione, in corrispondenza della zona fociva dell'Arno si osservano valori di siccità 'moderata' e 'severa'. Le mappe relative all'indice SPI elaborato su base stagionale evidenziano, invece, situazioni variabili: valori di siccità 'moderata' nella porzione centro-meridionale della regione e normali per quella settentrionale durante la stagione invernale; valori 'moderatamente umidi' per la porzione orientale e meridionale e 'normali' per quella centro-settentrionale durante la stagione primaverile; valori 'normali' su tutto il territorio regionale per la stagione estiva; valori di umidità da 'moderata' a 'estrema' per la quasi totalità del territorio regionale durante la stagione autunnale.



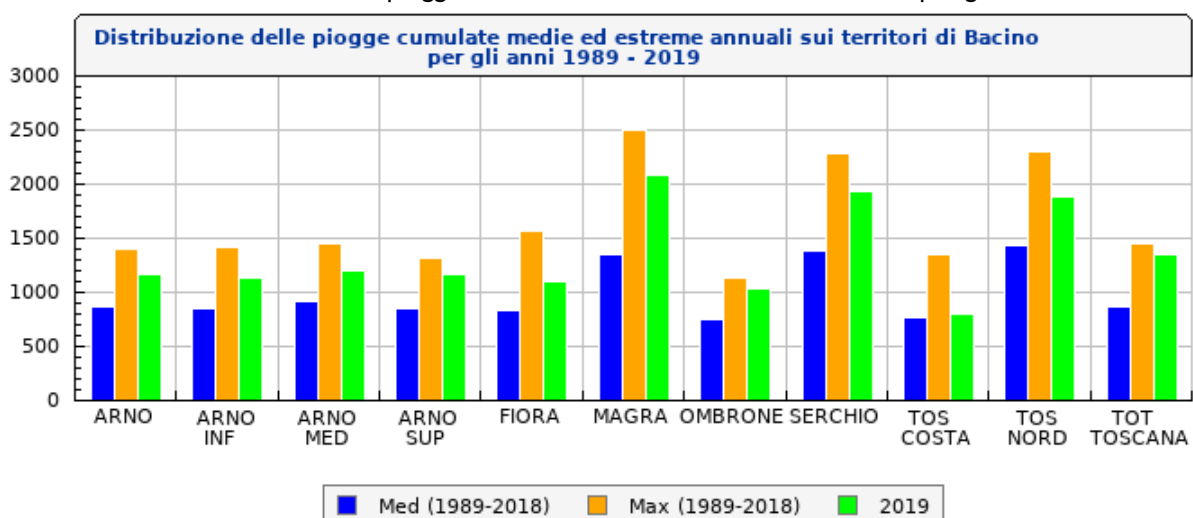
Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Valori delle piogge cumulate annuali (mm) sui territori di bacino per gli anni 2009 - 2019

| BACINI | ARNO | ARNO_INF | ARNO_MED | ARNO_SUP | FIORA | MAGRA | OMBRONE | SERCHIO | TOS_COSTA | TOS_NORD | TOT_TOSCANA |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 1989 | 603 | 555 | 642 | 626 | 582 | 588 | 583 | 590 | 530 | 710 | 474 |
| 1990 | 495 | 486 | 517 | 494 | 459 | 599 | 492 | 617 | 533 | 820 | 423 |
| 1991 | 605 | 597 | 639 | 597 | 553 | 610 | 609 | 777 | 601 | 862 | 480 |
| 1992 | 482 | 534 | 549 | 410 | 468 | 465 | 392 | 812 | 406 | 1256 | 373 |
| 1993 | 365 | 402 | 384 | 326 | 395 | 332 | 250 | 516 | 364 | 853 | 305 |
| 1994 | 386 | 336 | 457 | 397 | 380 | 423 | 413 | 424 | 336 | 620 | 282 |
| 1995 | 412 | 448 | 506 | 341 | 497 | 725 | 426 | 817 | 454 | 1349 | 277 |
| 1996 | 1144 | 1117 | 1190 | 1127 | 1184 | 1681 | 1028 | 1797 | 1004 | 1860 | 1190 |
| 1997 | 879 | 756 | 885 | 996 | 874 | 1211 | 844 | 1374 | 728 | 1392 | 930 |
| 1998 | 883 | 789 | 919 | 941 | 789 | 1347 | 740 | 1401 | 663 | 1331 | 895 |
| 1999 | 1070 | 1008 | 1111 | 1089 | 867 | 1621 | 820 | 1834 | 826 | 1795 | 1072 |
| 2000 | 1105 | 1136 | 1138 | 1043 | 819 | 1810 | 847 | 1868 | 923 | 1822 | 1106 |
| 2001 | 940 | 866 | 1004 | 951 | 633 | 1461 | 637 | 1533 | 678 | 1563 | 905 |
| 2002 | 1083 | 1060 | 1109 | 1081 | 827 | 1500 | 881 | 1654 | 914 | 1700 | 1081 |
| 2003 | 820 | 778 | 871 | 812 | 652 | 1278 | 674 | 1348 | 664 | 1352 | 833 |
| 2004 | 1077 | 1007 | 1087 | 1138 | 1134 | 1523 | 880 | 1664 | 833 | 1626 | 1085 |
| 2005 | 1037 | 938 | 1053 | 1119 | 1023 | 1142 | 938 | 1277 | 924 | 1307 | 1040 |
| 2006 | 845 | 806 | 900 | 829 | 725 | 1254 | 689 | 1289 | 701 | 1280 | 847 |
| 2007 | 759 | 742 | 822 | 712 | 469 | 1051 | 524 | 1130 | 623 | 1146 | 720 |
| 2008 | 1012 | 981 | 1019 | 1034 | 1235 | 1838 | 1031 | 1814 | 1007 | 1754 | 1141 |
| 2009 | 978 | 956 | 1012 | 966 | 1136 | 2008 | 906 | 1877 | 900 | 1902 | 1097 |
| 2010 | 1396 | 1422 | 1447 | 1320 | 1361 | 2507 | 1141 | 2238 | 1338 | 2306 | 1453 |
| 2011 | 641 | 614 | 705 | 604 | 640 | 1558 | 605 | 1268 | 552 | 1286 | 723 |
| 2012 | 929 | 933 | 973 | 906 | 1066 | 1683 | 823 | 1548 | 831 | 1539 | 988 |
| 2013 | 1192 | 1138 | 1265 | 1204 | 1124 | 2200 | 969 | 2065 | 932 | 2042 | 1191 |
| 2014 | 1221 | 1284 | 1333 | 1119 | 1573 | 2406 | 1140 | 2287 | 1206 | 2212 | 1369 |
| 2015 | 780 | 736 | 820 | 778 | 809 | 1033 | 701 | 1152 | 756 | 1089 | 850 |
| 2016 | 1136 | 1094 | 1151 | 1164 | 1061 | 1540 | 922 | 1811 | 863 | 1691 | 1046 |
| 2017 | 753 | 734 | 873 | 716 | 409 | 1459 | 448 | 1423 | 369 | 1378 | 887 |
| 2018 | 1054 | 1027 | 1013 | 862 | 1497 | 1618 | 973 | 1159 | 1345 | 1082 | 1175 |
| 2019 | 1162 | 1135 | 1208 | 1163 | 1099 | 2079 | 1040 | 1925 | 799 | 1884 | 1350 |
| MEDIA 1989-2018 | 869 | 843 | 913 | 857 | 841 | 1349 | 744 | 1379 | 760 | 1431 | 875 |

Grafico relativo alla distribuzione delle piogge cumulate annuali sui territori di bacino per gli anni 2009 - 2019





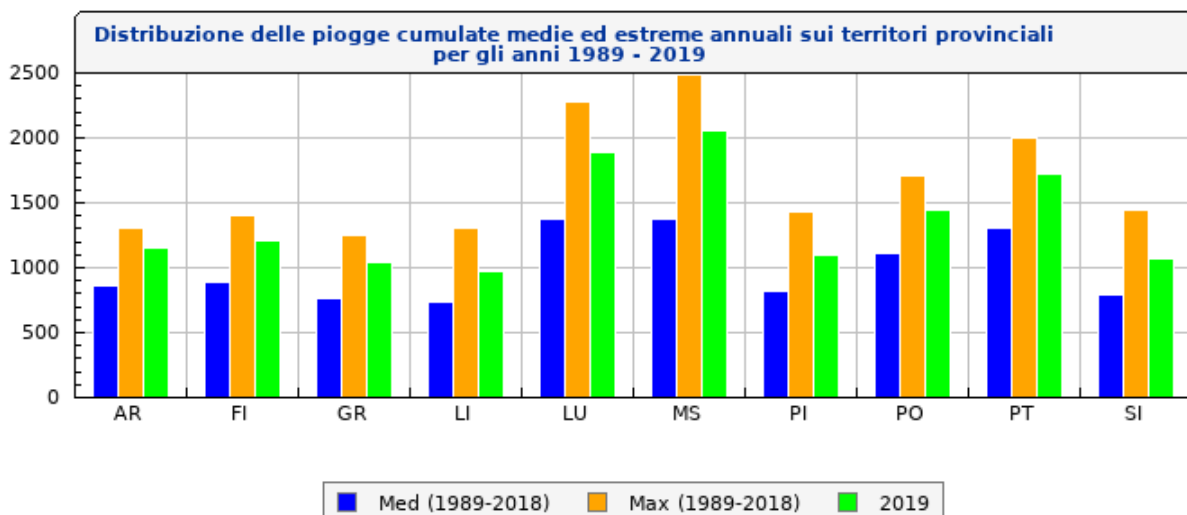
Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Distribuzione delle piogge cumulate annuali sui territori provinciali per gli anni 2009 - 2019

| PROVINCE | AR | FI | GR | LI | LU | MS | PI | PO | PT | SI |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| 1989 | 720 | 766 | 716 | 581 | 699 | 726 | 653 | 795 | 796 | 733 |
| 1990 | 502 | 528 | 564 | 557 | 721 | 732 | 565 | 688 | 899 | 552 |
| 1991 | 738 | 715 | 762 | 694 | 925 | 749 | 750 | 970 | 1140 | 710 |
| 1992 | 358 | 468 | 401 | 404 | 802 | 538 | 486 | 691 | 1043 | 335 |
| 1993 | 349 | 350 | 397 | 452 | 511 | 413 | 462 | 598 | 794 | 242 |
| 1994 | 402 | 412 | 504 | 457 | 550 | 561 | 399 | 560 | 744 | 569 |
| 1995 | 239 | 336 | 403 | 424 | 698 | 626 | 375 | 501 | 805 | 362 |
| 1996 | 1102 | 1181 | 1038 | 966 | 1777 | 1716 | 1085 | 1371 | 1620 | 1031 |
| 1997 | 1001 | 923 | 841 | 657 | 1345 | 1229 | 745 | 1026 | 1216 | 824 |
| 1998 | 913 | 946 | 725 | 599 | 1367 | 1330 | 756 | 1114 | 1215 | 762 |
| 1999 | 1064 | 1114 | 821 | 778 | 1810 | 1630 | 947 | 1326 | 1613 | 838 |
| 2000 | 1005 | 1103 | 825 | 882 | 1843 | 1796 | 1087 | 1279 | 1628 | 909 |
| 2001 | 931 | 994 | 602 | 650 | 1510 | 1471 | 799 | 1181 | 1366 | 713 |
| 2002 | 1080 | 1068 | 853 | 900 | 1635 | 1526 | 1006 | 1315 | 1617 | 920 |
| 2003 | 794 | 862 | 642 | 614 | 1327 | 1290 | 726 | 1050 | 1223 | 715 |
| 2004 | 1157 | 1073 | 876 | 796 | 1636 | 1533 | 944 | 1280 | 1520 | 946 |
| 2005 | 1121 | 1103 | 944 | 859 | 1260 | 1163 | 902 | 1134 | 1235 | 975 |
| 2006 | 798 | 889 | 709 | 659 | 1260 | 1258 | 775 | 1102 | 1236 | 678 |
| 2007 | 678 | 794 | 513 | 634 | 1118 | 1067 | 716 | 970 | 1127 | 544 |
| 2008 | 1034 | 978 | 1080 | 1032 | 1783 | 1814 | 942 | 1233 | 1591 | 991 |
| 2009 | 982 | 955 | 952 | 924 | 1851 | 1991 | 912 | 1316 | 1663 | 885 |
| 2010 | 1308 | 1397 | 1165 | 1306 | 2216 | 2487 | 1432 | 1644 | 1984 | 1208 |
| 2011 | 591 | 669 | 618 | 519 | 1247 | 1520 | 555 | 891 | 1087 | 588 |
| 2012 | 912 | 914 | 858 | 778 | 1546 | 1667 | 891 | 1103 | 1357 | 836 |
| 2013 | 1217 | 1208 | 932 | 829 | 2042 | 2164 | 1065 | 1537 | 1908 | 1068 |
| 2014 | 1080 | 1267 | 1245 | 1182 | 2281 | 2400 | 1275 | 1710 | 2004 | 1076 |
| 2015 | 787 | 829 | 688 | 739 | 1149 | 1037 | 762 | 1031 | 1110 | 767 |
| 2016 | 1192 | 1104 | 859 | 775 | 1798 | 1547 | 1009 | 1383 | 1549 | 1056 |
| 2017 | 692 | 812 | 423 | 413 | 1402 | 1443 | 684 | 1152 | 1312 | 534 |
| 2018 | 1038 | 1003 | 1044 | 1065 | 1139 | 1653 | 1021 | 1510 | 756 | 1438 |
| 2019 | 1154 | 1205 | 1043 | 975 | 1889 | 2051 | 1100 | 1443 | 1728 | 1070 |
| MEDIA 1989-2018 | 859 | 892 | 767 | 737 | 1375 | 1369 | 824 | 1115 | 1305 | 794 |

Grafico relativo alla distribuzione delle piogge cumulate annuali sui territori provinciali per gli anni 2009 - 2019

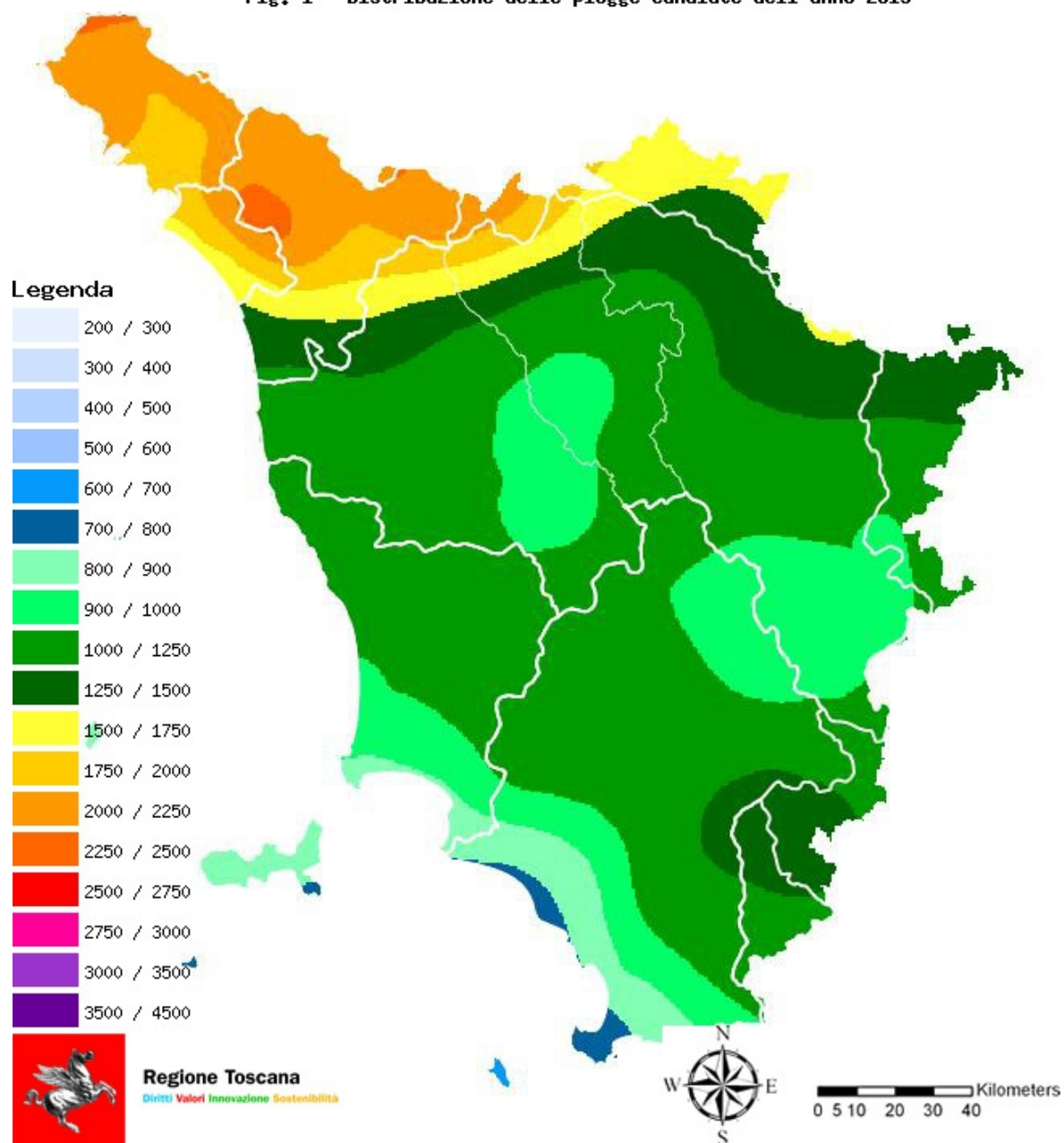




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2019

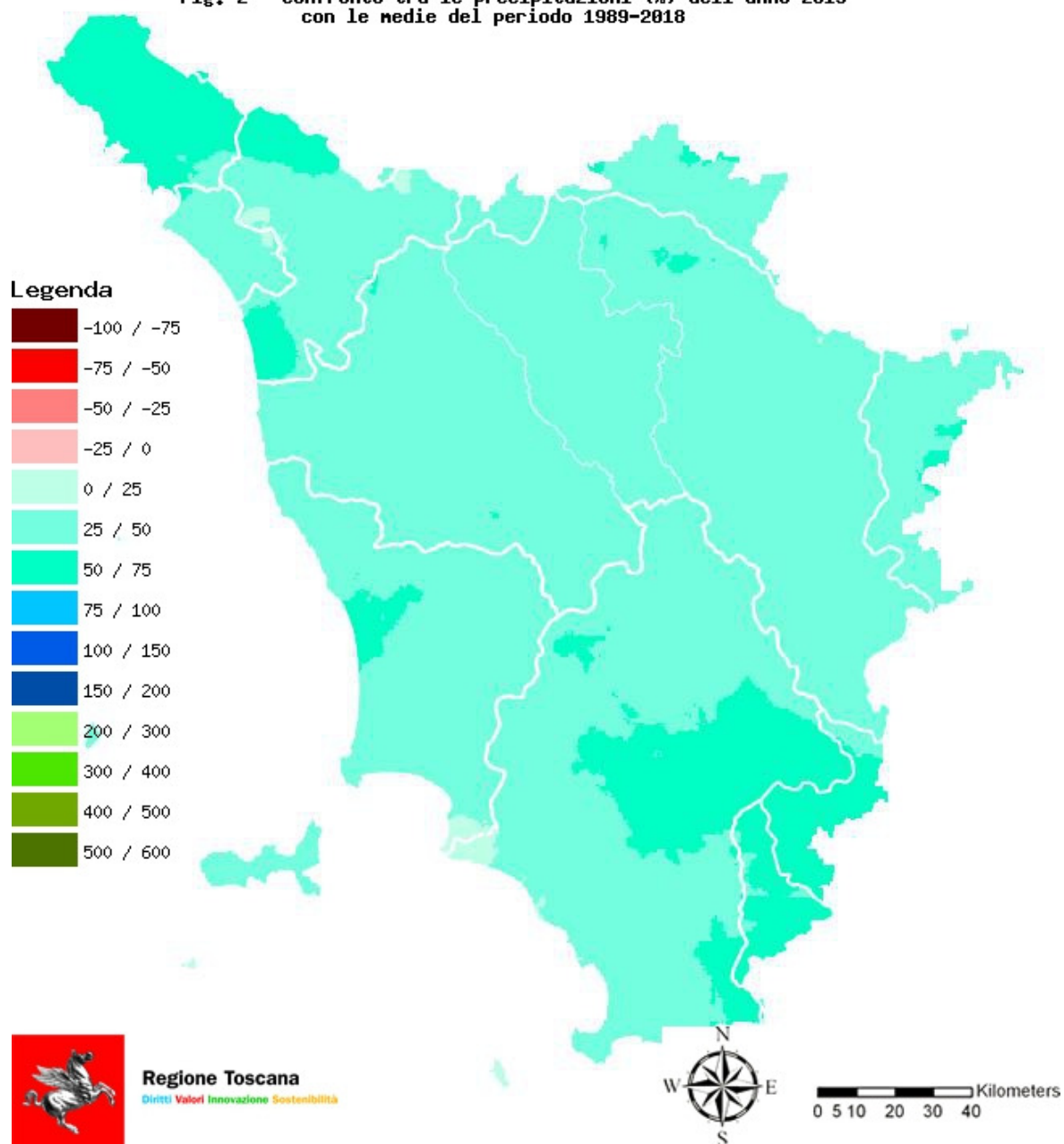




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 2 - Confronto tra le precipitazioni (%) dell'anno 2019 con le medie del periodo 1989-2018

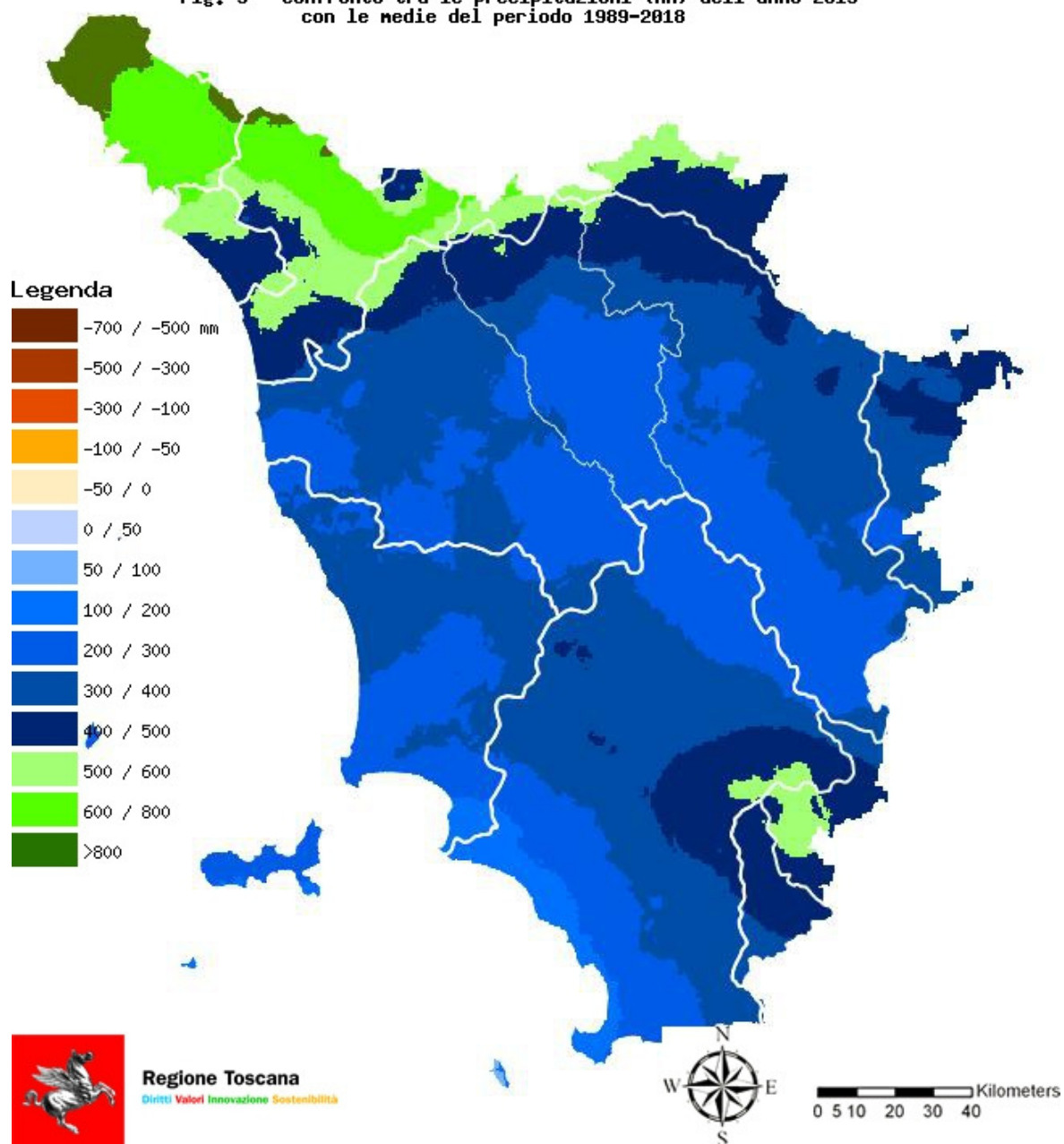




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 3 - Confronto tra le precipitazioni (mm) dell'anno 2019 con le medie del periodo 1989-2018

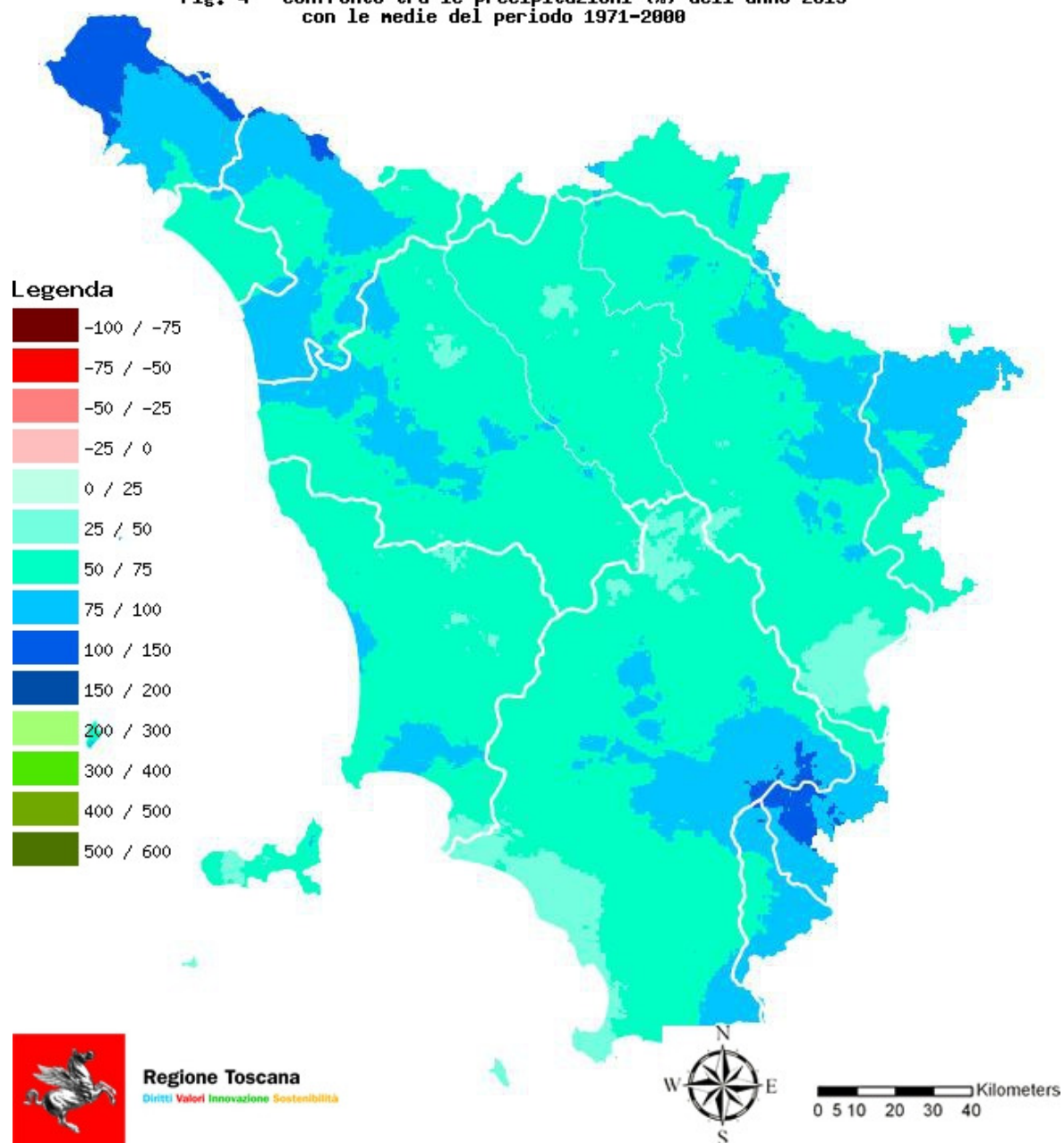




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 4 - Confronto tra le precipitazioni (%) dell'anno 2019 con le medie del periodo 1971-2000

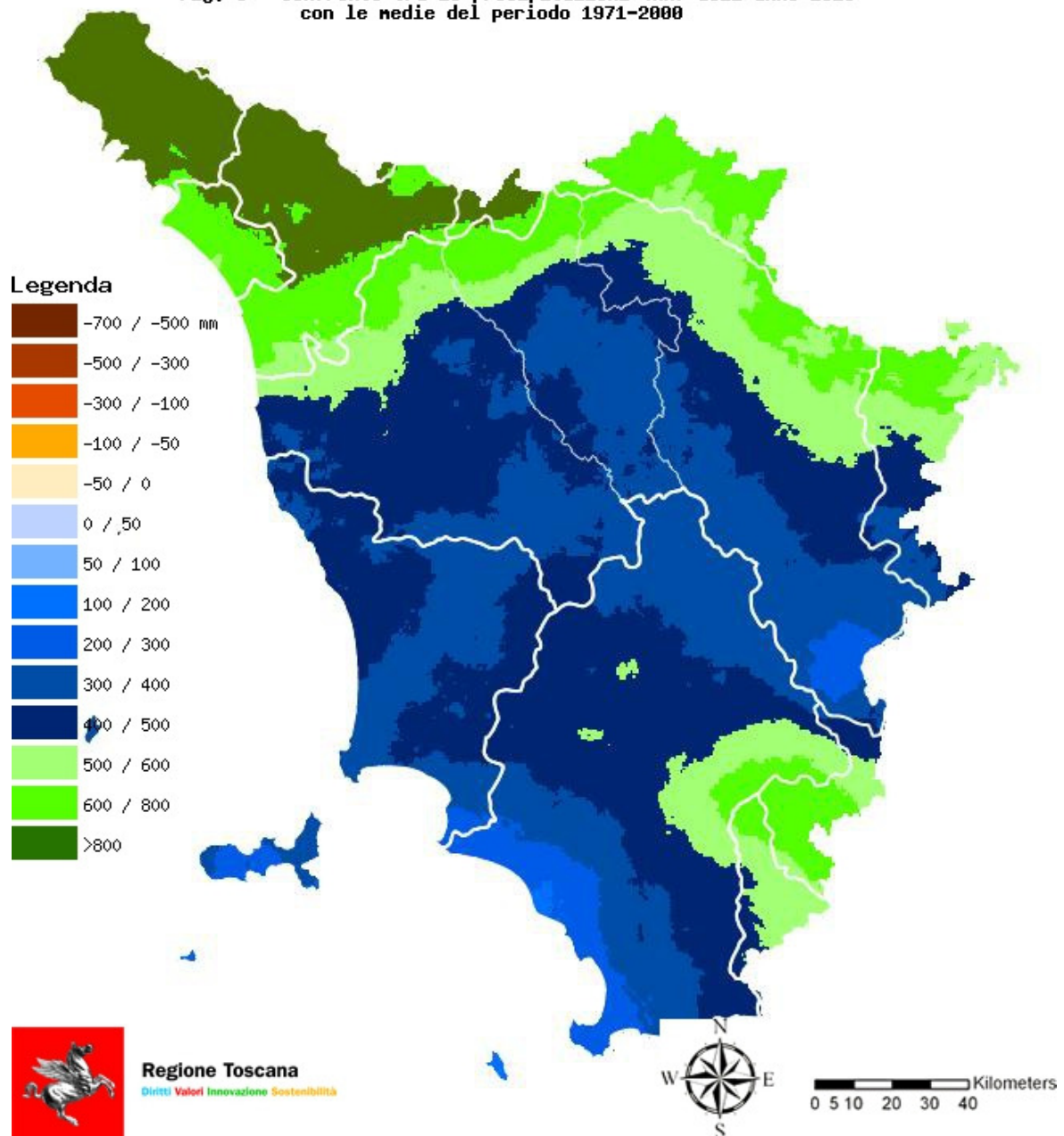




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 5 - Confronto tra le precipitazioni (mm) dell'anno 2019 con le medie del periodo 1971-2000

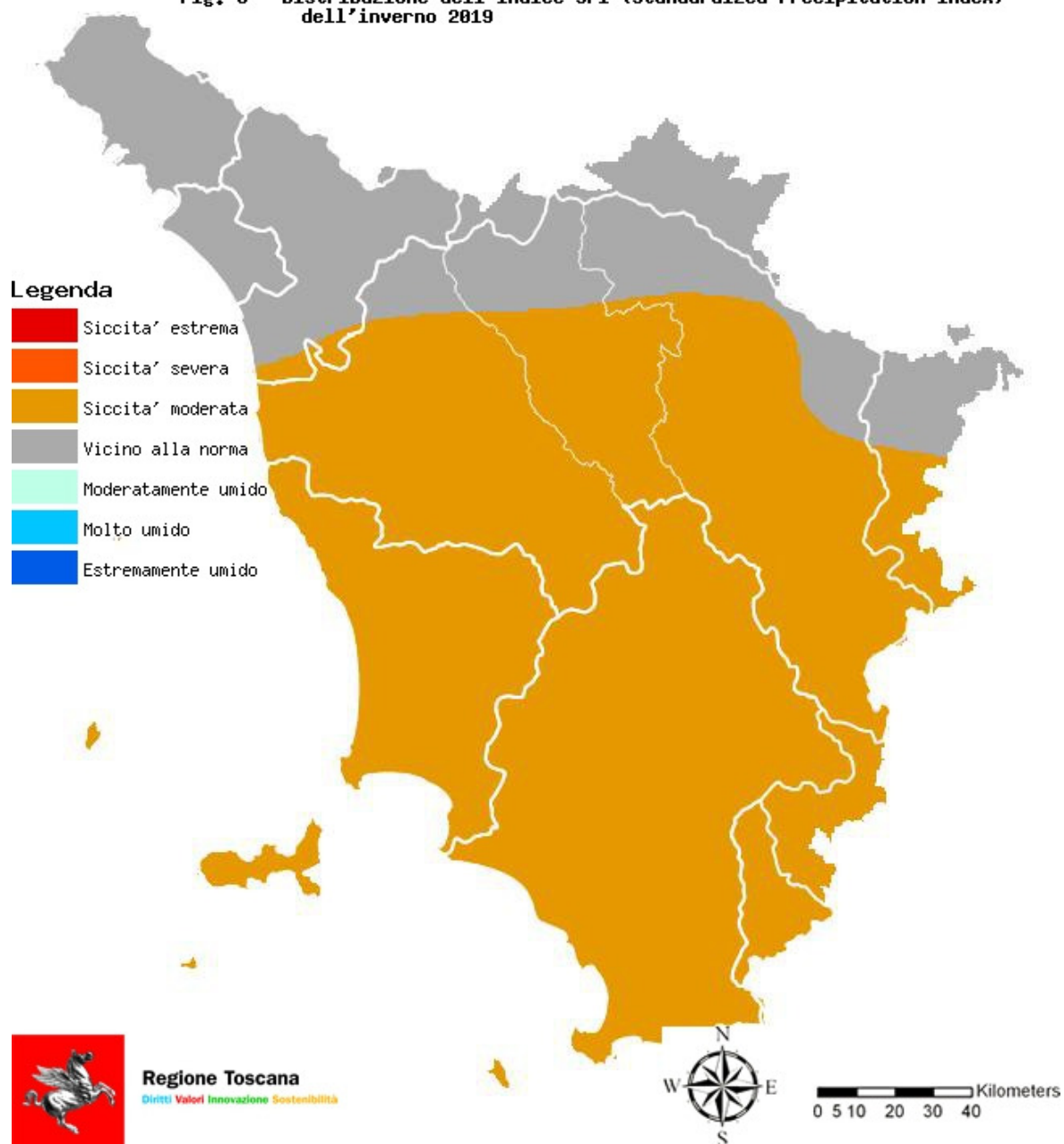




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 6 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'inverno 2019

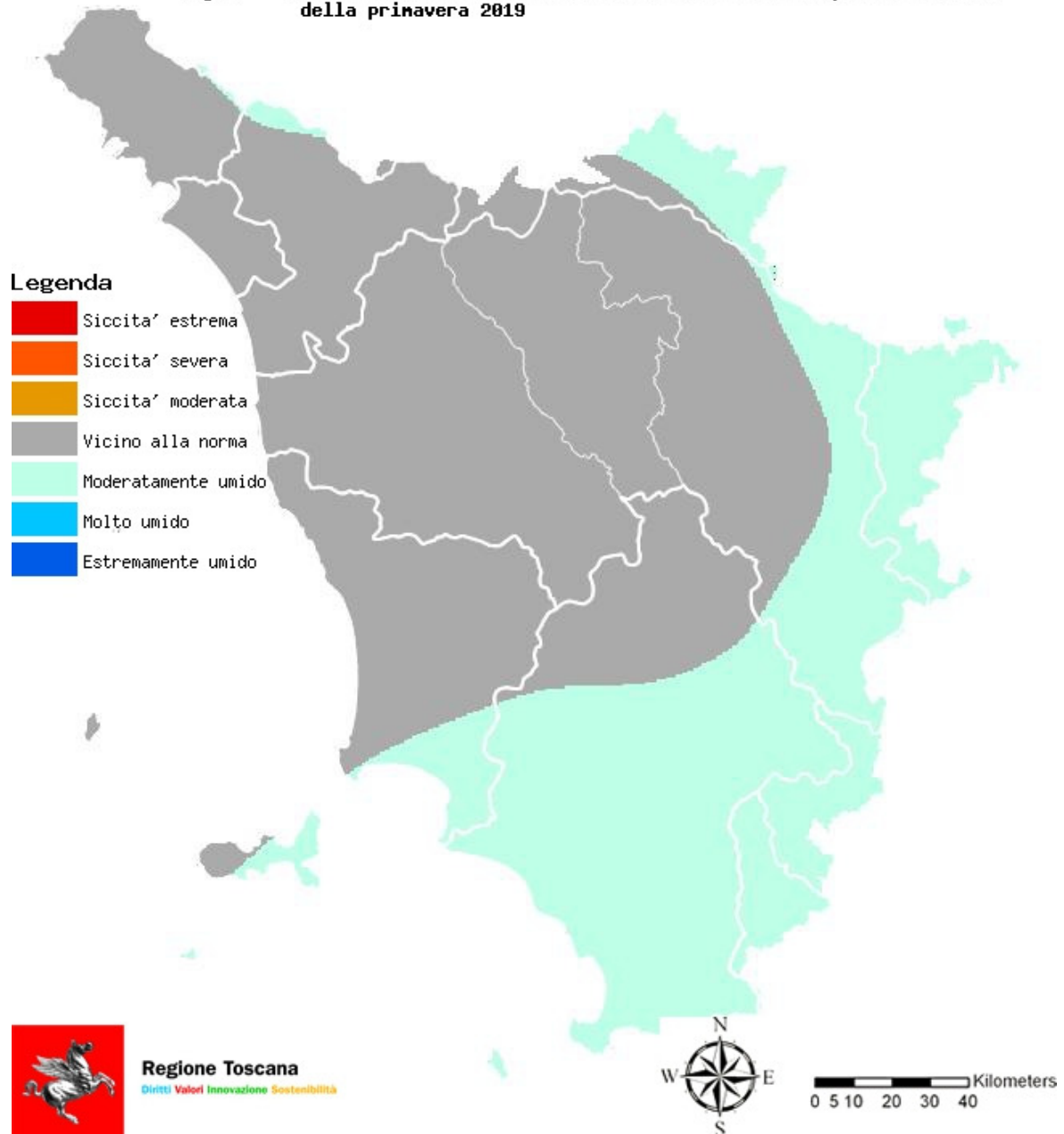




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 7 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) della primavera 2019





Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 8 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'estate 2019

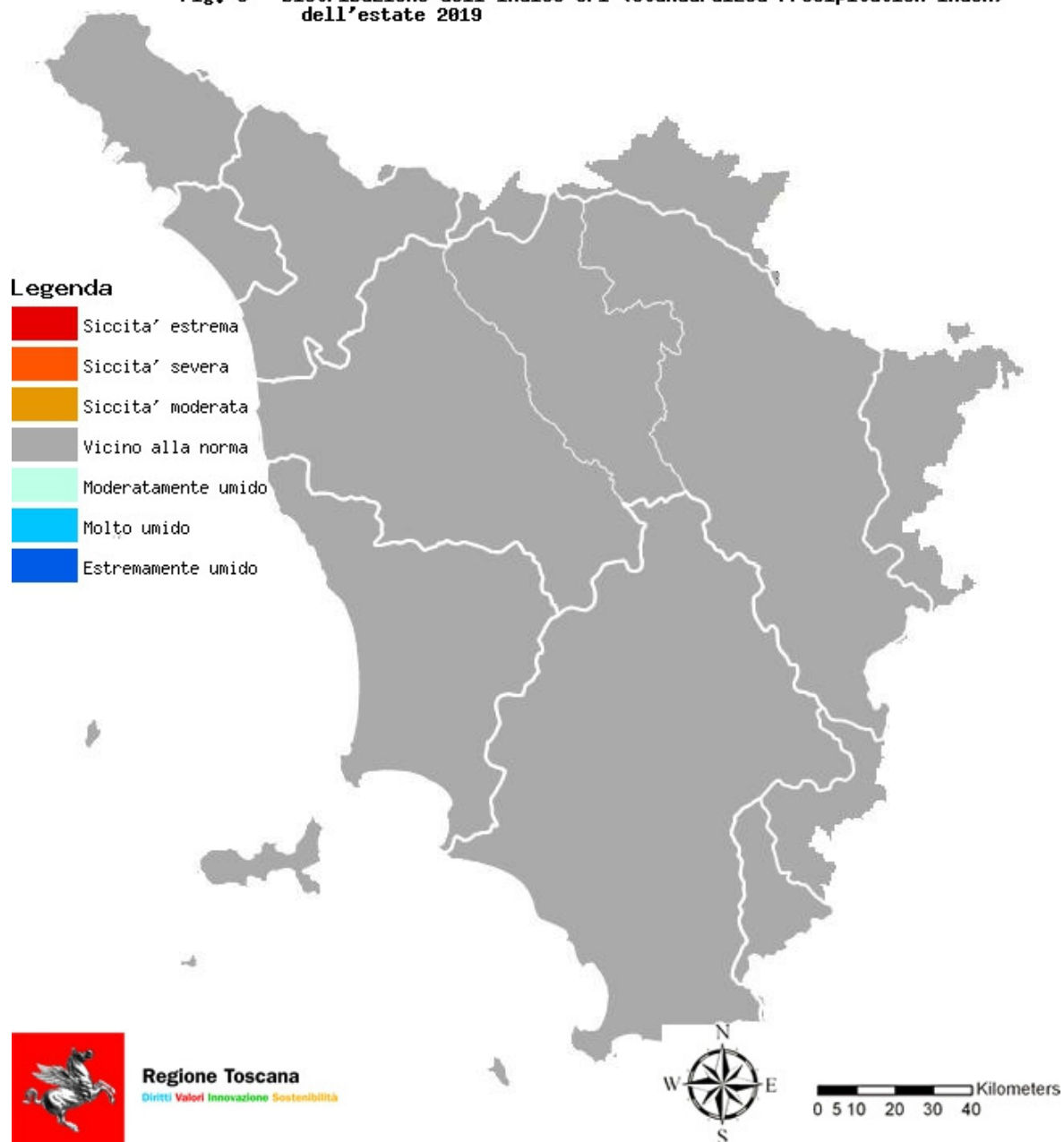
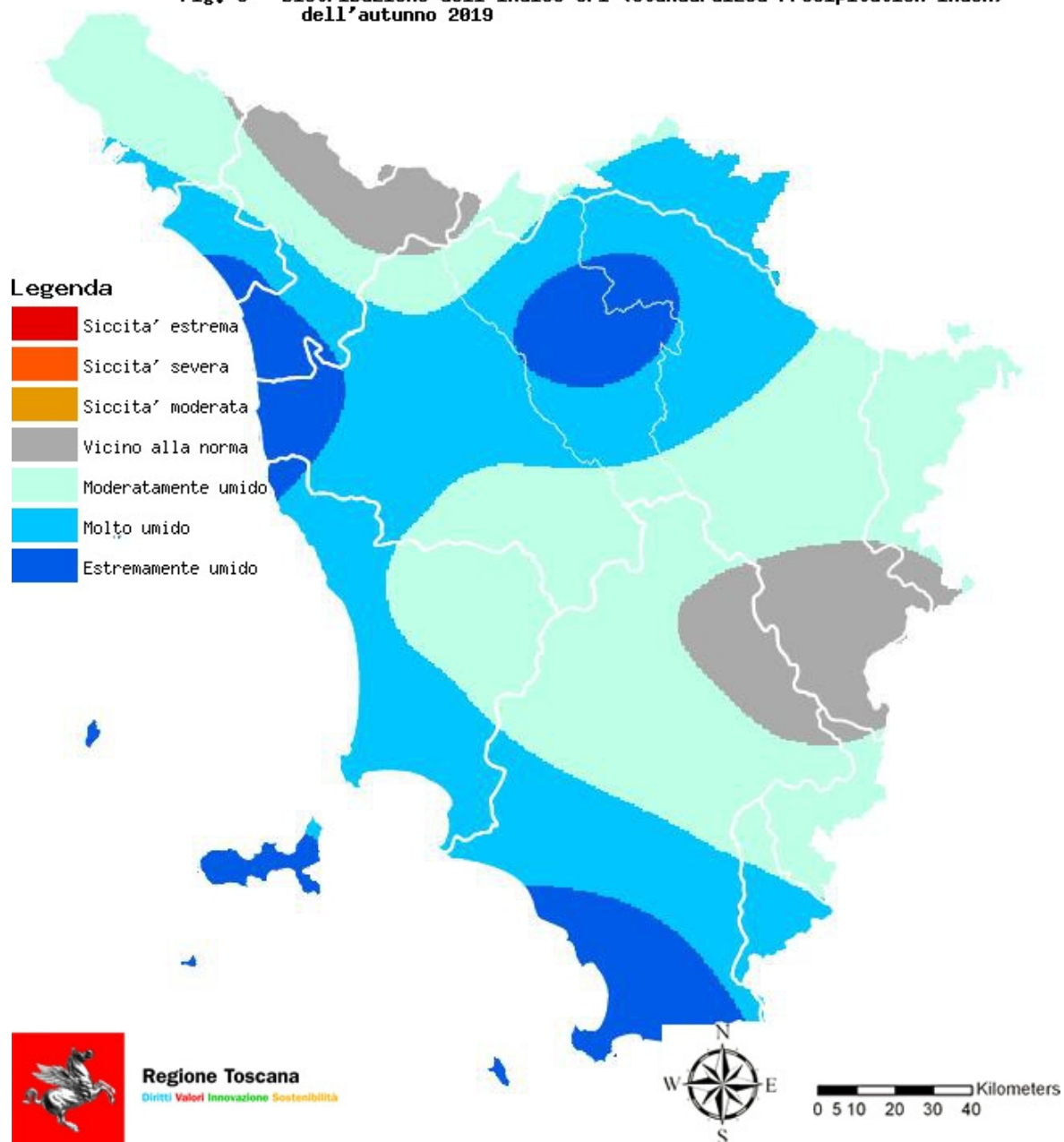




Fig. 9 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'autunno 2019

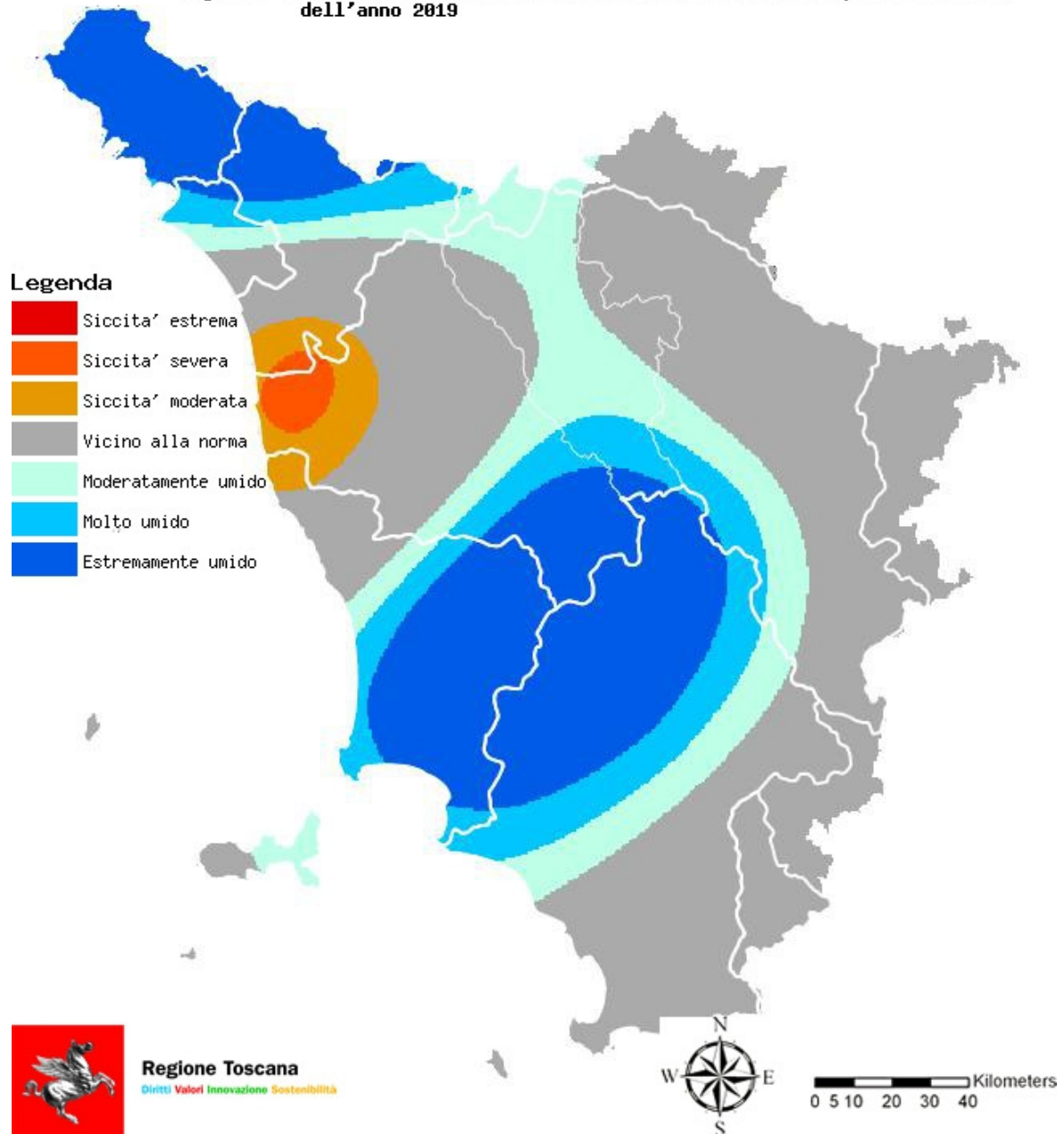




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Fig. 10 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'anno 2019

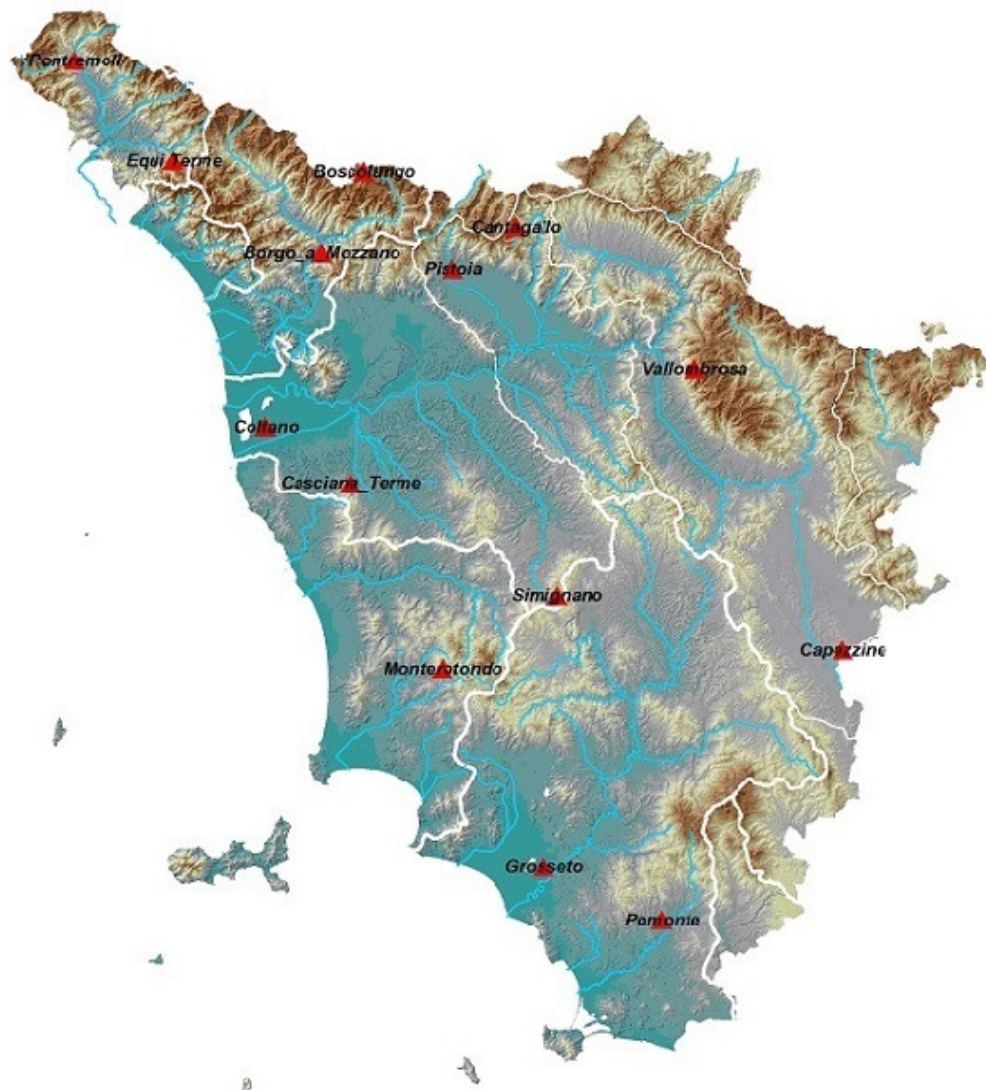




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

ANALISI DEI TREND CLIMATICI (1916-2014)





Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI STORICI e ANALISI DEI RISULTATI

Commento generale

Al fine di redigere uno studio completo delle precipitazioni a scala regionale, sono state inoltre eseguite analisi basate su un periodo di oltre 100 anni di osservazioni (1916-2018) che hanno permesso di individuare trend evolutivi dell'andamento delle precipitazioni su lungo periodo; tali elaborazioni sono state successivamente rappresentate e sintetizzate su tabelle e grafici che riportano i valori massimi ed i minimi storici e indicano le variazioni rispetto alle medie calcolate sull'intero periodo. L'analisi delle precipitazioni è stata condotta su 14 stazioni distribuite in maniera omogenea sul territorio regionale; queste stazioni sono state individuate in base alla maggiore disponibilità di dati in termini di lunghezza e di consistenza della serie storica previa valutazione della possibilità di correlare i dati registrati dalla stazione meccanica con quelli della stazione automatica limitrofa (cfr. DGRT N. 857/2010) per garantire la continuità delle osservazioni pluviometriche fino ai giorni nostri. Per ciascuna delle suddette 14 stazioni sono stati considerati ed analizzati i dati di pioggia ad aggregazione giornaliera a partire dalla data di inizio delle osservazioni fino al 31/12/2018. Le analisi sono state condotte disponendo di dati relativi a tutta la "popolazione di riferimento" ("statistica descrittiva") e calcolando i vari indicatori climatici (pioggia cumulata, classi di frequenza, ecc.) come valore medio tra le 14 stazioni considerate. Al fine di valutare le possibili anomalie rispetto ai valori medi di precipitazione sono stati elaborati i cumulati annuali di pioggia, il numero dei giorni piovosi e la suddivisione in classi degli eventi di pioggia in relazione all'intensità del fenomeno. Per prima cosa, è stato esaminato l'andamento nel tempo dei contributi annui di pioggia mediante la costruzione di un istogramma che rappresenta in forma grafica il contributo di pioggia medio nel corso degli anni (fig. 1). Nel grafico di figura 1 sono riportati, oltre alle piogge cumulate medie annuali (espresse in mm), il valore medio dell'intero periodo di osservazione (linea rossa marcata), i valori della deviazione standard (linee rosse tratteggiate) e il trend (linea nera).

Altro aspetto di fondamentale importanza per la definizione dei caratteri pluviometrici, è quello legato all'analisi delle intensità dei diversi fenomeni piovosi, cioè di come determinate quantità cumulate di pioggia si siano ripartite all'interno di una certa finestra temporale (es. anno). Per valutare le variazioni della distribuzione delle precipitazioni nel corso degli ultimi 100 anni, queste sono state suddivise in sette classi (C1: <1 mm; C2: da 1 a 10 mm; C3: da 10,1 a 20 mm; C4: da 20,1 a 30 mm; C5: da 30,1 a 40 mm; C6: da 40,1 a 50 mm; C7: > 50 mm) in base alla loro intensità e si sono studiate le loro variazioni; in pratica, per ciascun anno, è stato contato il numero di eventi meteorici che ricadono nei vari "sotto-intervalli" (classi), focalizzando, tuttavia, l'attenzione delle analisi sulle classi che indicano le piogge intense (C7), sulle piogge "medio-alte" (C4+C5+C6), sulle piogge "medio-basse" (C2+C3) e sui giorni non piovosi (C1, ovvero giorni in cui è stata misurata un'altezza di precipitazione inferiore ad un millimetro).

ANALISI DEI RISULTATI

Dall'esame dell'andamento complessivo dei dati cumulati annuali sull'intera serie storica analizzata (1916-2019) è possibile evidenziare un andamento degli apporti pluviometrici annuali sostanzialmente costante nel tempo (linea di tendenza nera nel grafico "Pioggia cumulata media annua - Anni 1916-2019"), con valori che si attestano intorno a 1200 mm medi/anno.

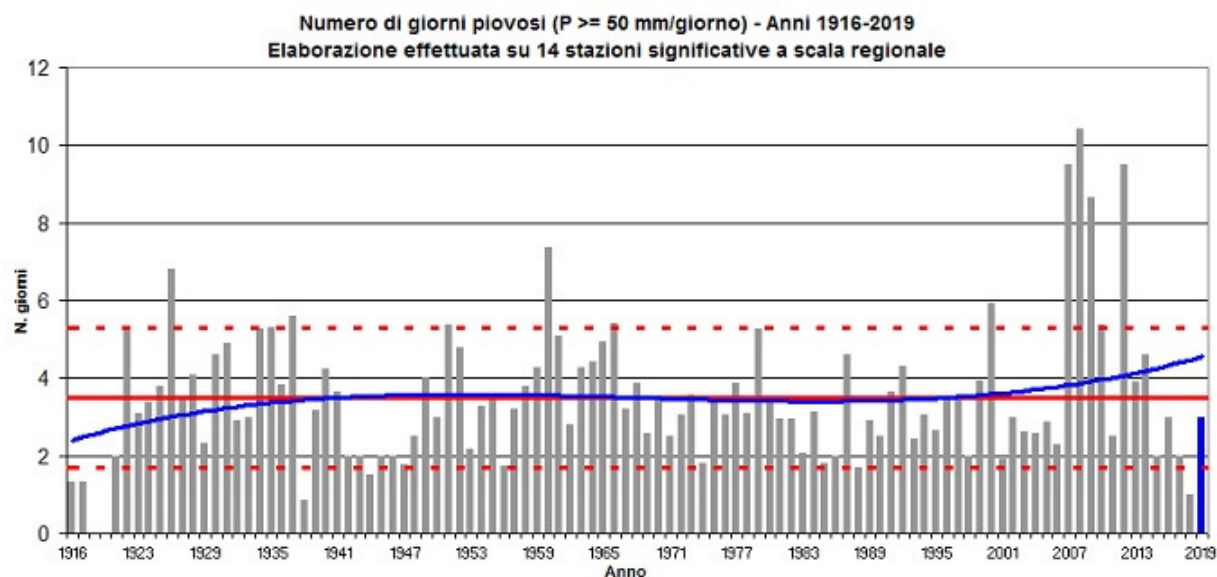
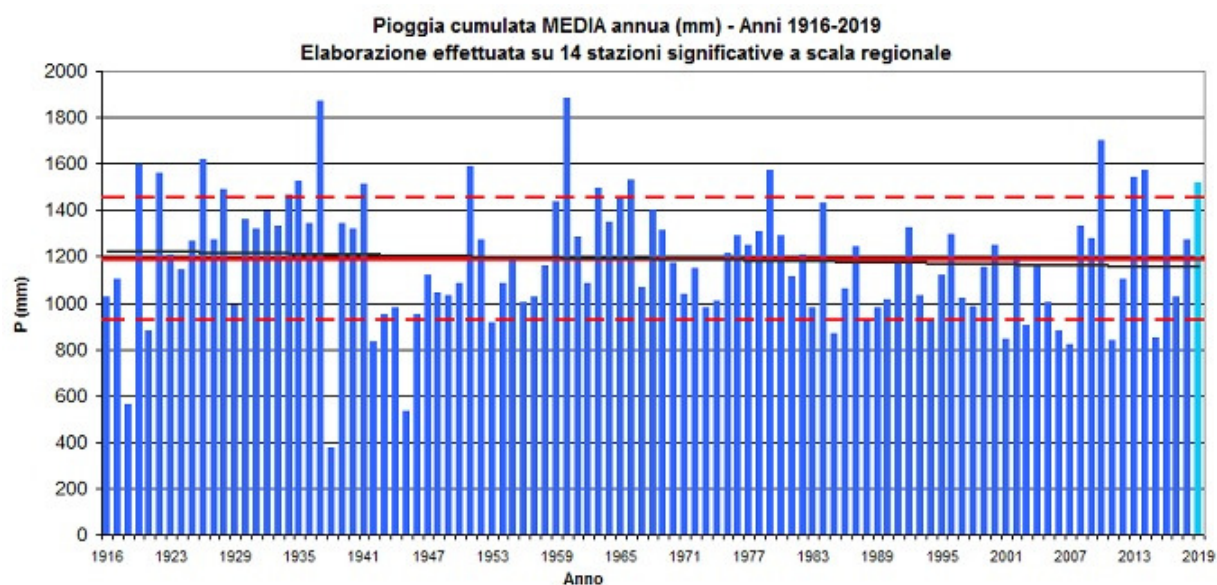
In particolare l'anno 2019, oltre ad avere registrato anche per queste 14 stazioni storiche in esame cumulati superiori del 30% circa rispetto agli stessi valori medi storici (valore in linea con le stesse analisi precedentemente riportate a livello areale effettuate sul complessivo delle stazioni della rete di monitoraggio sul trentennio precedente di riferimento), è stato caratterizzato da un elevato numero di giorni piovosi con piogge ad intensità medio-bassa (figura "Numero di giorni piovosi - P = 1-20 mm/giorno") risultando uno dei più alti dell'intera serie storica; per quanto concerne invece i giorni a pioggia intensa (figura "Numero di giorni piovosi - P >= 50 mm/giorno") si riscontra un ridotto numero di giorni, al di sotto del valor medio della serie storica considerata; molto alto risultata anche il numero di giorni con pioggia compresa nella fascia intermedia 20-50 mm/giorno, anche in questo caso tra i più alti dell'intera serie storica.

L'anno 2019 si è contraddistinto complessivamente per un alto numero dei giorni piovosi $P \geq 1$ mm/giorno (anche in questo caso uno dei dati maggiori dell'intera serie) con cumulati giornalieri che quindi si attestano su intensità media e medio-bassa.



Regione Toscana

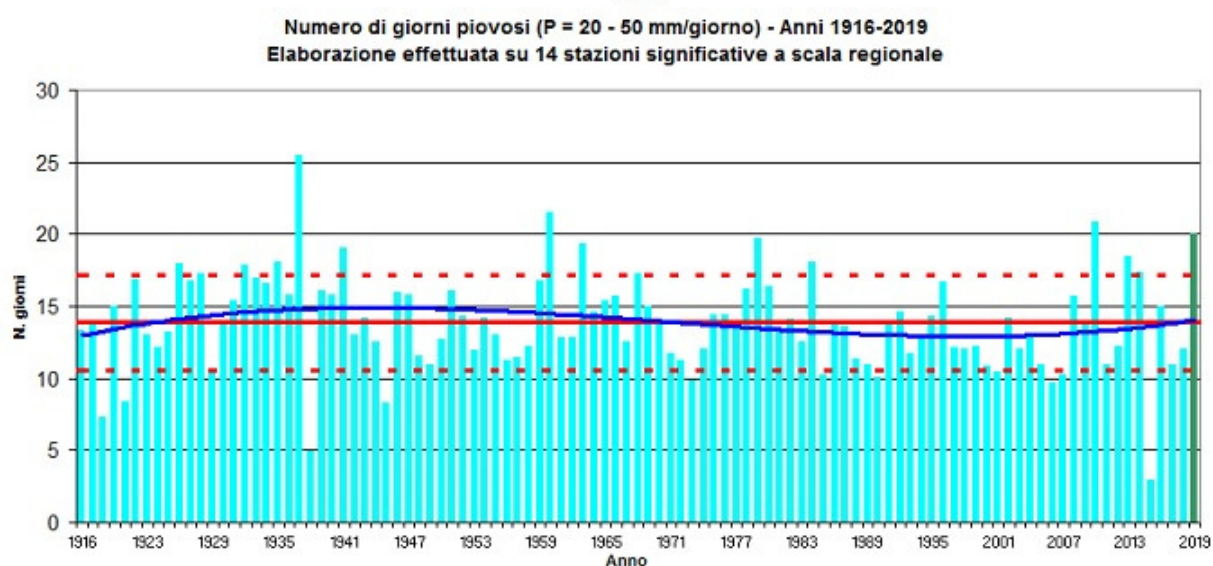
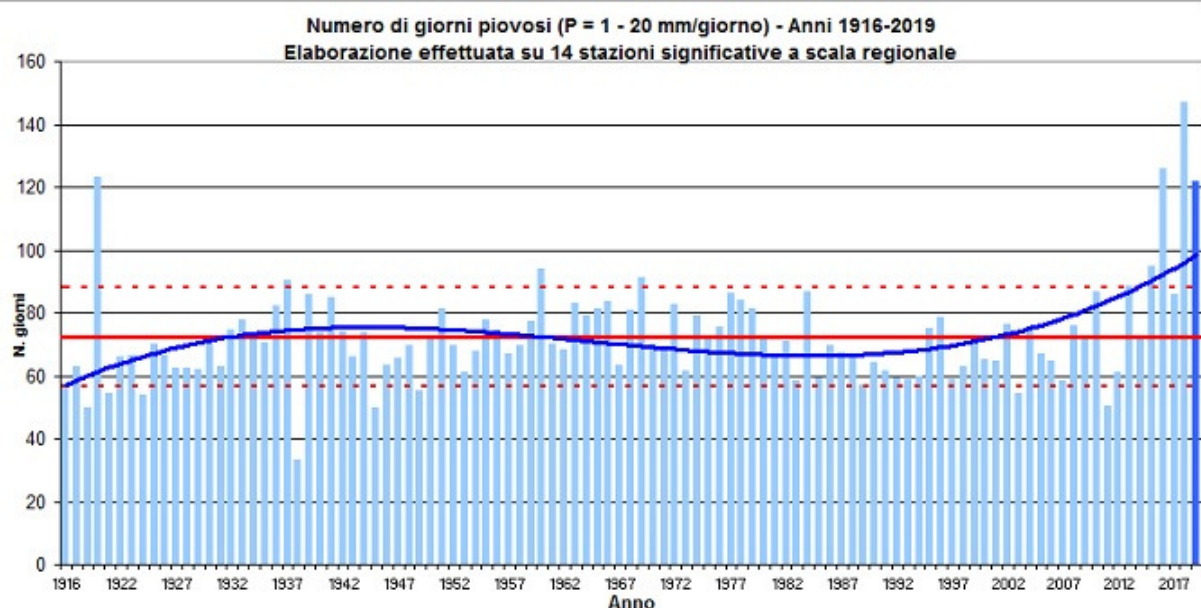
Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale





Regione Toscana

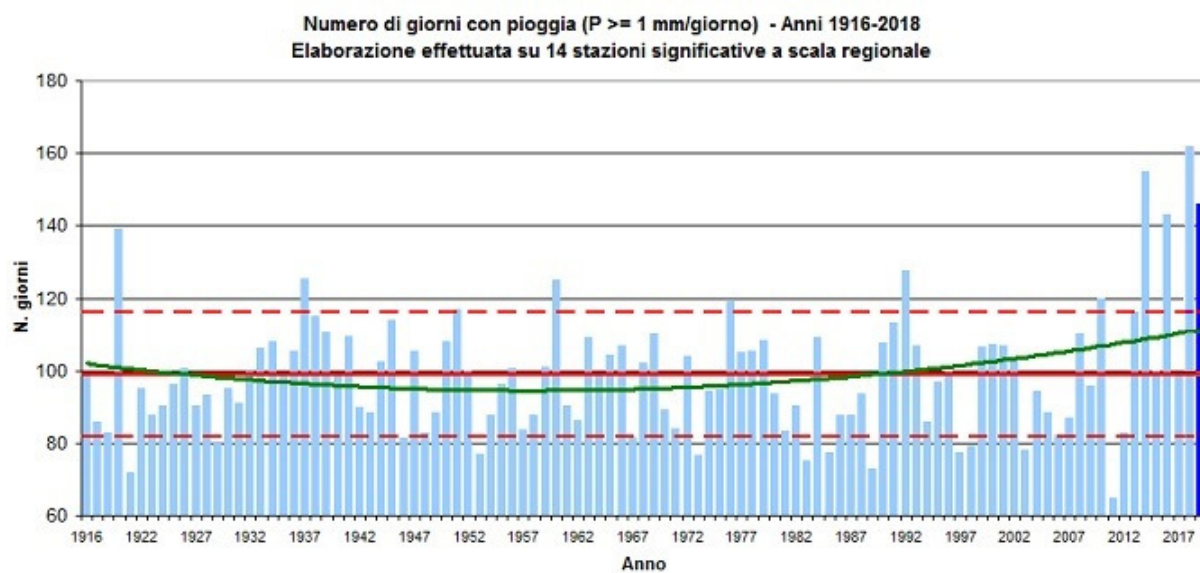
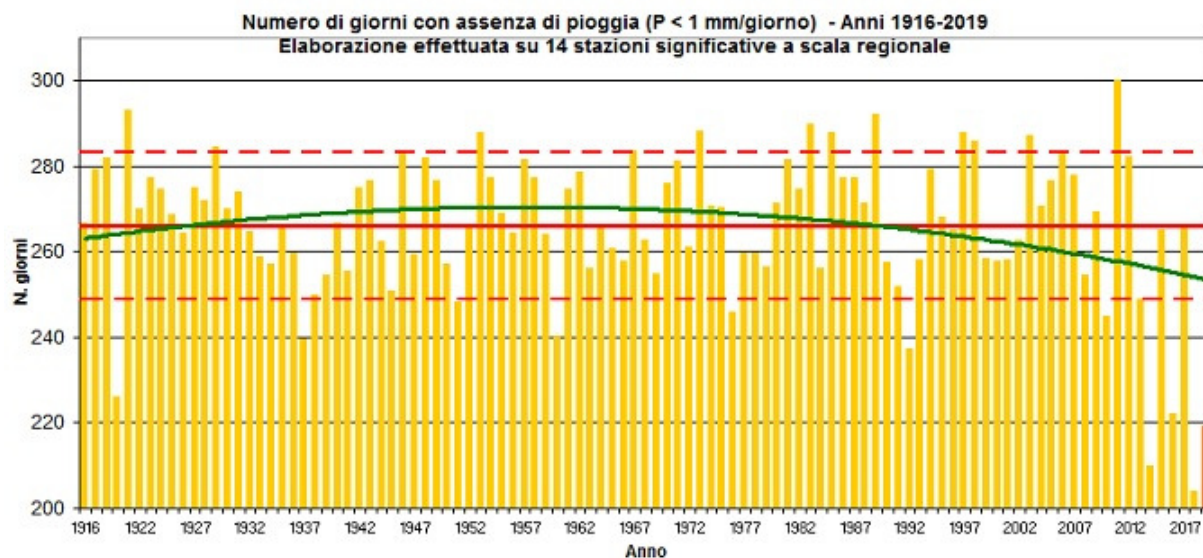
Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale





Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale





Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Settore Idrologico e Geologico Regionale
Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale

Numero di giorni con pioggia ($P \geq 1$ mm/giorno) e senza pioggia ($P < 1$ mm/giorno) - Anni 1916-2019
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale

