

INUNDACIONES POR LLUVIA EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL GRAN RESISTENCIA: INVENTARIO DE COMPONENTES.

Borges Nogueira, Julio C. – Coccato, Cecilia A.
jcborges_01@hotmail.com

1. RESUMEN:

La ciudad de Resistencia fue fundada entre los Ríos Negro y Arazá, próxima al río Paraná y sobre su amplio valle de inundación. Luego de varias inundaciones por desborde del río Paraná con grandes pérdidas económicas, en el año 2008 se concluyeron las defensas definitivas que encierran una importante porción de territorio urbanizado y natural. El sector defendido se transforma en un gran recipiente, donde toma vital importancia la lluvia dentro del recinto y el manejo del sistema hídrico urbano. En muchas oportunidades se ocupó indiscriminadamente el territorio, sin tener en cuenta los accidentes naturales del terreno, alterando el sistema fluviolacustre que quedó inserto en el trazado urbano, a pesar del alto valor paisajístico.

Luego de ir afectando el sistema fluvial lacustre urbano, de haber impermeabilizado el suelo con la ocupación, hoy se producen de forma más drástica y con mayor frecuencia inundaciones por precipitaciones.

La mejor solución encontrada a este problema es detener el agua en una serie de lugares como estanques, plazas, jardines y, en general, depresiones controladas, el tiempo suficiente para que se infiltre una buena cantidad. Los humedales, parques y áreas verdes en general son importantes componentes del sistema de control de inundaciones en una ciudad.

2. ANTECEDENTES:

A lo largo de la historia, el elemento indispensable y determinante para la formación de los asentamientos humanos, ha sido la cercanía con las fuentes de agua dulce para su consumo. Una gran cantidad de ciudades posee su trazado inicial, o fundacional, en las inmediaciones de cursos de agua, que en muchos casos han ido quedando insertos dentro de la trama urbana.

Diferentes acontecimientos históricos condicionaron la evolución de las ciudades transformándolas en sistemas más complejos y variables de caso a caso en donde los ríos urbanos, que fueron una parte fundamental en su desarrollo y que han tenido diferentes funciones a lo largo su historia, en algunos casos, han dejado de ser parte importante del paisaje de la ciudad pasando a ser elementos secundarios y de poca relevancia para la planeación. En otros casos, se han utilizado como desagües convirtiéndose en, lo que se conoce popularmente como cloacas o caños. Es así como, los ríos pierden su connotación de elemento paisajístico del medio natural en las ciudades. (Forero Rodriguez, 2015)

La ciudad de Resistencia fue fundada entre los Ríos Negro y Arazá, próxima al río Paraná y sobre su amplio valle de inundación. La escasa pendiente de la planicie aluvial hace que, el Río Negro cerca de su desembocadura tenga características propias de los cursos divagantes: un canal de escurrimiento meándrico y lagunas semilunares, que conforman un frágil sistema fluviolacustre de características singulares. Su expansión urbana se fue haciendo de forma bastante ordenada, prolongando la retícula original por sobre el entorno natural, hasta convertirse en la actual conurbación conocida como el Área Metropolitana del Gran Resistencia (en adelante, AMGR).

La primera inundación por creciente y desborde del río Paraná, que afecta al AMGR y causa grandes pérdidas económicas, se produce a inicios del año 1966 en donde las aguas cubren más de la mitad del asentamiento. El suceso se repite en los años 1982/83, 1992 y 1997/1998 afectando de diversas formas a la ciudad. Recién para el año 2008 se completan las defensas definitivas que encierran una importante área natural y una porción del río Negro en su interior.

El sector defendido se transforma entonces en un gran recipiente. Es aquí donde toma vital importancia la lluvia dentro del recinto y el manejo del sistema hídrico urbano. El este del Chaco, junto con el norte de Corrientes y la provincia de Misiones conforman la región con mayor promedio de precipitaciones del país. Tanto si coinciden con las crecidas del Paraná / Paraguay, como cuando no, los periodos de lluvia sobre la zona adquieren gran relevancia. El río Negro atraviesa el área urbana defendida, estando regulado en su entrada (dique y canal derivador) y su salida (compuertas y estación de bombeo). Junto con el riacho Arazá dividen el área urbana en sus respectivas cuencas para el escurrimiento de las aguas. Las lagunas cumplen la función de reservorios intermedios y retardadores naturales para el escurrimiento de aguas. Las escasas pendientes se encuentran necesariamente en dirección a estos cuerpos de agua y las alteraciones e interrupciones en el recorrido, junto con los drenajes deficientes pueden causar el anegamiento de vastos sectores y afectar en distinto grado a la población (Scornik, 1998).



En muchas oportunidades se ocupó (o se dejó ocupar) indiscriminadamente el territorio, sin tener en cuenta los accidentes del terreno, rellenando y mutilando el delicado sistema fluviolacustre que en gran proporción ha quedado inserto en el trazado urbano. A pesar del alto valor paisajístico de la cuenca fluviolacustre urbana del río Negro, el relleno de lagunas ha sido una práctica histórica corriente. Tanto como forma de obtención de terrenos adicionales, como consolidación de bordes, se ha reducido de manera drástica la cantidad y el volumen de los reservorios. En algunos casos las lagunas también se van cerrando por alteraciones en las microcuencas urbanas y el escurrimiento de las aguas, por sedimentación de origen natural y antrópica, en

combinación con la vegetación propia de este tipo de humedales. Su mantenimiento suele resultar costoso para las diferentes gestiones que, por lo general prefieren ignorarlo. De las 70 lagunas existentes antes del asentamiento, solo quedan 29 (Aguirre Madariaga, 2004). Las considerables deficiencias de las redes de drenaje pluvial y la fuerte alteración causada al sistema hídrico por la indiscriminada ocupación urbana y la manipulación de los componentes geomorfológicos e hídricos implicados constituyen las causas principales de anegamientos al interior del recinto protegido (Pérez R. , 2013)

En este contexto, la densificación y expansión urbana aumentan la proporción y el área impermeabilizada. Esta sumatoria de situaciones ha hecho que la ciudad sea especialmente vulnerable a las inundaciones pluviales. Los problemas de la impermeabilización no terminan con el aumento del volumen de agua de escurrimiento por pérdidas de la infiltración, también se produce un aumento de la distribución temporal de ese volumen escurrido ya que los pavimentos, cunetas y desagües conducen el escurrimiento mucho más rápidamente que las superficies naturales. En las zonas deprimidas los caudales pico aumentan con la urbanización, como consecuencia de un mayor volumen escurrido en un tiempo más corto. (Pedraza, 2007)

La preocupación por el manejo del agua de lluvia en ciudades no es reciente. La hidrología urbana es la rama de la hidrología que estudia la hidrología de las zonas urbanas y metropolitanas, en donde predominan las superficies casi impermeables y el relieve artificial de terreno, analizando en particular el efecto del desarrollo urbano (UNESCO-WMO, 2001).

El Código de Planeamiento Urbano Ambiental de la Ciudad de Resistencia, del año 1979, establecía ciertas pautas de ocupación y de densidad que se han ido modificando o alterando. Aunque más recientes, los códigos de planeamiento de los municipios de Barranqueras y Fontana se encuentran en sintonía con el primero, salvando las diferencias.

En 1990 el Código de Aguas de la Provincia (Ley 3230) establece la creación de la Administración Provincial del Agua (APA) y reglamenta su funcionamiento. Este organismo descentralizado tiene incumbencia en toda la provincia, incluyendo el AMGR, y se encarga de hacer los estudios necesarios para zonificar las restricciones al uso del suelo por inundaciones (Resol. 1111/98). Tanto el municipio como el Estado (Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda) requieren de su Certificación de Riesgo Hídrico para la aprobación de nuevos proyectos.

En el año 2001 la Municipalidad de Resistencia sanciona la Ordenanza 5403 de Densidad Alta para las áreas centrales de la ciudad. En dicha norma se reglamenta también por primera vez para la ciudad el FIS y el FIT, es decir la impermeabilización del suelo, independientemente de la ocupación del suelo, que busca lograr el impacto hidrológico cero para nuevos proyectos. Aquí se señala que las condiciones hidrológicas generadas por el aumento en la intensificación de la ocupación del suelo, por lo tanto, en su impermeabilización, provocan picos en los caudales de salida en cada parcela que no pueden ser absorbidas por el sistema de desagües pluviales y condicionan el funcionamiento del sistema en la totalidad de la ciudad.

En el año 2007, se dicta la Ordenanza 8775 de Densidad Media, que complementa a la anterior e incorpora nuevamente la reglamentación de los Factores de Impermeabilización del suelo. También se verifican durante estos últimos años la construcción de nuevos canales urbanos de desagües pluviales de sección importante, como en la Av. Chaco y en la Av. Urquiza de Resistencia, que conducen las aguas al

canal maestro de la Av. Soberanía Nacional, ubicado al suroeste de la conurbación, y luego al Paraná. Estos hechos van dando cuenta de una preocupación creciente por el problema del agua de lluvia y su adecuado manejo dentro del recinto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS:

Este trabajo forma parte de un desarrollo mayor asociado al trabajo planteado para la Tesis Doctoral y se estructura a un tema que surge recurrentemente en el AMGR, asociado a la progresiva ocupación del suelo circundante a la ciudad.

Para su desarrollo se tomaron en cuenta relevamiento de fuentes normativas, bibliográficas y periodísticas, la entrevista a informantes calificados, etc.

Los conceptos y aspectos significativos que se relevaron en dichas fuentes fueron usados como variables a tener en cuenta en este inventario de componentes relacionados a la problemática específica de las inundaciones por lluvias en el AMGR.

Para realizar el trabajo de campo se trabajó con imágenes satelitales actualizadas y los planos catastrales de la ciudad integradas en un software de SIG (Sistemas de información geográfica) que permitió determinar la superficie urbanizada del AMGR. Por otro lado, se realizaron conceptualizaciones teóricas (de acuerdo a la normativa vigente) acerca del modelo urbano, para poder determinar los porcentajes de suelo destinados a cada actividad del espacio público.

4. DISCUSION DE RESULTADOS:

El manejo de aguas de lluvias no es un problema propio del AMGR, pero adquiere rasgos distintivos cuando pensamos en el recinto amurallado por defensas y en su sistema de hídrico urbano degradado.

Las precipitaciones registradas en noviembre 2009, sobre el AMGR, expusieron con claridad el impacto generado por la urbanización, la impermeabilización del suelo y la insuficiencia de evacuación de los excesos pluviales, tanto de los sistemas naturales como artificiales; en donde barrios y viviendas se inundaron por la presencia de precipitaciones extraordinarias, en sectores que tenían factibilidad hídrica ~~oficial~~ para su construcción.



Imágenes de diversos sectores de la ciudad inundados por las precipitaciones de noviembre de 2009.

Fuente: Rohrmann et al. (2013). ZONIFICACION DE RIESGO HIDRICO URBANO POR PRECIPITACIONES. XXIVº Congreso Nacional del Agua 2013. San Juan, 14 al 18 de octubre de 2013

Los registros históricos de lluvias demuestran que las cantidades de lluvias de los últimos tiempos no son las únicas, sino que, al contrario, el fenómeno ocurre recurrentemente a lo largo de la historia.

LOCALIDAD: RESISTENCIA
CUENCA: 6-Negro -Salado
DEPARTAMENTO: San Fernando

LATITUD: 27° 26' 23"
LONGITUD: 59° 0' 0"
ALTITUD: 51 msnm

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
1954/1955	17	265	29	142	39	155	260	143	73	59	18	10	1210
1955/1956	18	88	115	154	330	208	185	151	5	28	134	49	1465
1956/1957	21	222	38	87	171	36	44	238	80	55	10	42	1044
1957/1958	130	245	35	222	147	156	111	159	116	11	42	19	1393
1958/1959	47	19	375	340	197	201	96	182	139	61	24	31	1712
1959/1960	90	230	92	124	71	67	81	151	14	77	51	79	1127
1960/1961	52	399	91	116	200	214	356	100	94	43	17	39	1661
1961/1962	19	174	336	69	208	40	208	233	99	0	29	19	1434
1962/1963	25	82	113	53	193	113	64	146	78	20	42	6	935
1963/1964	180	79	109	142	116	138	178	206	20	30	31	21	1250
1964/1965	78	61	106	201	96	182	8	247	86	54	35	71	1225
1965/1966	79	233	221	273	385	168	209	163	63	7	30	18	1849
1966/1967	43	103	135	147	184	174	187	31	29	17	52	57	1159
1967/1968	45	107	109	7	159	96	33	36	45	73	69	141	920
1968/1969	61	135	146	140	231	125	49	85	140	6	26	21	1165
1969/1970	67	109	140	14	124	216	98	43	65	49	40	62	1027
1970/1971	294	159	113	77	174	101	195	90	102	8	62	90	1465
1971/1972	25	51	40	101	117	78	224	193	97	106	46	63	1141
1972/1973	29	148	243	147	442	144	257	198	154	103	108	85	2058
1973/1974	38	137	107	266	122	199	70	85	164	23	67	53	1331
1974/1975	28	38	47	146	14	159	377	182	60	75	35	110	1301
1975/1976	90	71	203	129	273	104	223	65	30	16	30	18	1250
1976/1977	70	132	96	148	246	107	117	79	159	21	51	58	1283
1977/1978	12	87	206	220	149	130	48	57	106	70	85	7	1176
1978/1979	49	150	200	152	50	69	154	81	7	9	99	63	1082
1979/1980	57	135	105	242	92	79	166	115	118	90	10	59	1268
1980/1981	60	154	237	95	144	233	198	108	129	76	45	20	1498
1981/1982	23	107	171	57	83	135	72	98	95	267	22	117	1247
1982/1983	168	30	413	140	297	143	159	422	202	8	108	2	2092
1983/1984	0	71	81	45	250	179	284	142	178	111	8	11	1360
1984/1985	81	132	145	51	73	277	236	372	109	57	66	67	1666
1985/1986	109	51	20	84	73	122	485	512	124	146	46	30	1802
1986/1987	177	180	244	95	121	279	28	42	75	48	132	40	1461
1987/1988	0	40	193	45	259	73	195	116	8	46	2	38	1015
1988/1989	67	79	112	85	72	102	381	320	6	63	102	144	1433
1989/1990	141	80	119	174	102	200	113	557	50	73	11	45	1665
1990/1991	68	341	94	272	59	71	7	150	252	49	26	12	1401
1991/1992	63	80	183	207	85	110	89	191	42	104	40	46	1240
1992/1993	45	221	129	254	176	23	184	69	36	55	21	10	1223
1993/1994	53	319	219	64	196	180	387	99	130	76	46	51	1616
1994/1995	4	181	245	81	283	444	338	75	84	3	27	48	1813
1995/1996	39	51	72	71	229	277	197	479	13	2	0	41	1471
1996/1997	119	257	177	409	122	451	28	87	112	34	33	54	1883
1997/1998	31	200	245	180	222	340	187	356	27	57	7	30	1882
1998/1999	37	64	116	146	94	122	215	113	76	35	26	0	1044
1999/2000	12	61	81	51	174	226	91	137	76	26	6	52	973
2000/2001	28	196	135	136	51	111	129	2	162	18	57	1264	
2001/2002	58	118	173	19	231	79	388	204	78	44	70	37	1589
2002/2003	59	96	161	229	59	104	82	99	2	11	3	48	953
2003/2004	20	125	152	225	37	43	83	120	0	53	18	12	888
2004/2005	131	175	204	115	70	34	111	297	85	83	2	13	1320
2005/2006	55	78	123	50	121	36	149	116	21	70	1	12	832
2006/2007	55	152	62	147	132	75	191	123	10	8	3	17	975
2007/2008	134	199	60	112	43	65	39	36	15	80	3	31	816
2008/2009	80	191	60	81	136	146	34	48	53	4	51	16	899
2009/2010	19	33	540	88	204	138	98	51	222	5	41	33	1474
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
Max	294	341	540.2	409	442	451	485	557	252	267	134	144	2092
Media	64	133	152	139	158	147	162	164	80	53	40	43	1334
Min	0	19	20	7	37	23	7	31	0	0	0	0	816

Registro histórico de Lluvias caídas sobre Resistencia entre 1954-2010 (56 años).

Se señalan los valores más altos.

Fuente: Anuario de Precipitaciones de la Provincia del Chaco 1954-2010. Dirección de Estudios Básicos. Administración Provincial del Agua.

Máx 2 meses, Resistencia, 1954/2017, 63 años

Nº	Año	P (mm)
1	1985/86	997
2	1994/95	782
3	2016/17	731
4	1958/59	682
5	2001/02	682
6	1995/96	676
7	1989/90	670
8	1965/66	658
9	2009/10	628
10	1982/83	624

Máximos 30 días, Resistencia, 1954/2017, 63 años

Nº	Año	P (mm)	Desde	Hasta
1	1985/86	720	31/03/1986	29/04/1986
2	1994/95	709	11/02/1995	12/03/1995
3	1958/59	614	09/11/1958	08/12/1958
4	1996/97	562	30/01/1997	28/02/1997
5	1989/90	557	02/04/1990	01/05/1990
6	2009/10	556	06/11/2009	05/12/2009
7	1995/96	546	28/03/1996	26/04/1996
8	1984/85	538	17/03/1985	15/04/1985
9	2001/02	517	17/03/2002	15/04/2002
10	2016/17	496	04/04/2017	03/05/2017

Registro de Precipitaciones más importantes sobre la ciudad de Resistencia: Cantidades máximas en 60 días y Cantidades máximas en 30 días.

Fuente: Ing. Hugo Rohrman. Director de Estudios Hídricos del APA

Si recorremos los medios periodísticos locales de los últimos días tiempos, podemos darnos cuenta de la alta vulnerabilidad urbana del AMGR



Récord de lluvias: enero de 2018 superó los registros históricos del mismo mes de años anteriores

La Secretaría de Ambiente y Servicios Públicos del municipio, en base a estadísticas que se procesan en dicha área, detalló que enero de 2018 resultó el mes con mayores precipitaciones de los últimos 63 años.

Martes, 30 enero 2018



DIARIO CHACO Edición Nº 4411 - 20 de Mayo de 2019 - 17:42 | Resistencia, Temi: 23 | Págs. 87

PROVINCIALES VIERNES, 11 ENERO, 2019 - 16:49

Barranqueras: colocan dos bombas de agua para descomprimir la situación tras las inundaciones



Inicio > Información > Localidad
LA MUNICIPALIDAD ALERTA QUE LA CATÁSTROFE CLIMÁTICA NO DEBE MINIMIZARSE

Resistencia padeció 879 milímetros de lluvias en sólo 38 días

En un extenso informe sobre la catástrofe climática que padeció Resistencia, la municipalidad capitalina además de asistencia instrumentada, marcó la intensidad del fenómeno que puso en una histórica crisis a la comunidad.

27 de Enero, 2019



La comuna muestra que la ciudad soportó una increíble cantidad de precipitaciones registrada entre el 12 de diciembre de 2018 y el 18 de enero de 2019 que suma un total de 879 milímetros de agua sobre la capital chaqueña.

22/01/2019

infoAGRO

Huere Agronegocios Ganadería Agroindustria Lechería Tecnología Mercados Finanzas

2019 / Chile / Record de precipitaciones en Resistencia: 224 mm en un día



Récord de precipitaciones en Resistencia: 224 mm en un día

Hacer clic aquí para ir a la noticia



019

NORTE
DE CORRIENTES

Buscar...

Inicio > Opinión > Suplementos > En Imágenes > Clasificados

ESCALA PRESIDENCIAL EN EL CHACO

Macri sobrevoló la zona inundada en Barranqueras

De regreso de Brasil, el mandatario nacional se reunió con el gobernador Domingo Peppo y recibió informes del operativo de emergencia.

16 de Enero, 2019



Inicio > Información > La Región > Macri sobrevoló la zona inundada en Barranqueras



Algunos de los titulares de los medios locales en los últimos meses.
Fuentes digitales y en papel

Ahora, cabe preguntarse ¿De qué magnitud es el problema del manejo hídrico, la impermeabilización del suelo y la escorrentía urbana? para resolver esta incógnita se hace necesario saber que superficie tiene el área afectada. A partir de ahí se pueden establecer varios criterios para computar dicha superficie. El primero se basa en diferenciar solo las áreas antrópicas y determinar el área urbanizada con un cierto grado de compacidad y de ocupación más intensiva del lote, es decir con un cierto grado de impermeabilización del suelo. El segundo es considerar toda el área (naturales y antrópicas) comprendida dentro del recinto de las defensas, porque en esas áreas naturales también llueve. Para el primer caso se resuelve realizar el cómputo de superficies sobre el plano catastral y una foto satelital de la ciudad en un programa de SIG. El área urbanizada aproximada del AMGR es de 92 millones de metros cuadrados, unas 9202 hectáreas. Para el segundo caso se computan unos 258.405.450 de m², es decir unas 25840 hectáreas de tierra.



Esquemas de ambos criterios utilizados para la determinación del Área Afectada

Fuente: Elaboración propia en SIG

Para estas superficies si llueven 150mm/m², que representan 150 litros por metro cuadrado, para el área definida en el primer criterio serían 13.800 millones de litros o 13,8 millones de metros cúbicos de agua. Si hiciéramos una pileta de 1metro de altura con esa agua llenaríamos casi 14 chacras de 1000 x 1000 metros, o dicho de otra forma llenaríamos toda el área urbanizada de la ciudad de Barranqueras y de Puerto Vilelas con 1 metro de agua.

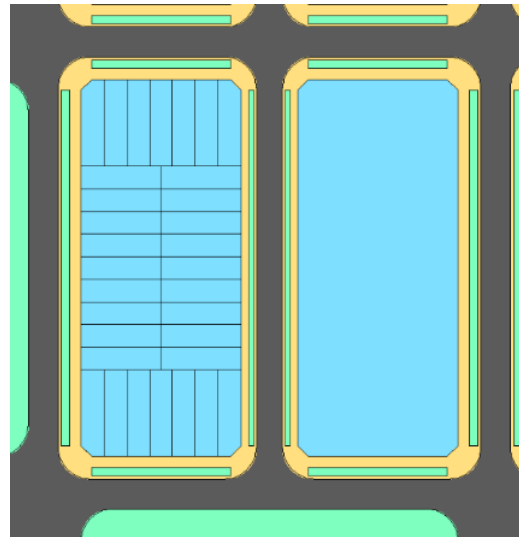
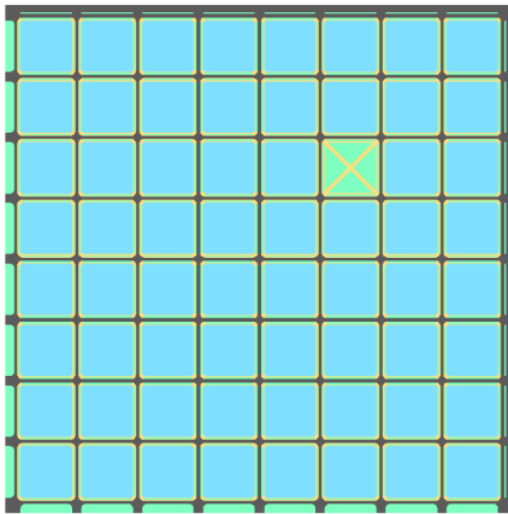
Con el segundo criterio y la misma lluvia tendríamos 38.760 millones de litros de agua o 38,76 millones de metros cúbicos. Una pileta de casi 39 chacras del AMGR, de 1 metro de altura. Esto equivale a decir aproximadamente toda la superficie comprendida al sureste de la Avenida España, en el área tomada como segundo criterio. Nuevamente Barranqueras y Vilelas, pero en este caso en una superficie comprendida dentro de toda el área protegida por las defensas.

Para cualquiera de los dos modelos planteados, cabe preguntarse, ¿Qué hacemos con toda esa cantidad de agua dentro del recinto defendido? Como en cualquier otro sitio, una parte se infiltra en el suelo, una parte se escurre (y en nuestro caso, luego se bombea fuera del recinto) y una mínima parte se evapora. Para determinar en qué proporción se dan estos fenómenos, entra a considerarse la variable temporal, es decir el lapso en que caen esos 150mm de lluvia.

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo y está gobernada por dos fuerzas: la gravedad y la acción capilar. La tasa o capacidad de infiltración es una medida por la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, se producirá escorrentía a menos que haya alguna barrera física. Para que haya buena

capacidad de infiltración desempeñan un papel importante la textura y estructura del suelo, los tipos de vegetación, el contenido de agua del suelo, la temperatura del suelo y la intensidad de precipitación. Por ejemplo, los suelos arenosos de grano grueso tienen espacios grandes entre cada grano y permiten que el agua se infiltre rápidamente. La vegetación crea más suelos porosos, protegiendo el suelo del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre las partículas del suelo, y soltando el suelo a través de la acción de las raíces. A esto se debe que las áreas arboladas tengan las tasas de infiltración más altas de todos los tipos de vegetación. (Pérez G. , S/D)

Entonces, la infiltración se produce en la porción del terreno que no ha sido impermeabilizada; una parte por la superficie del suelo y otra gran parte por acción de las raíces de la vegetación, fundamentalmente de los árboles. Para saber en que proporción existen estas superficies absorbentes podemos imaginarnos una chacra de la ciudad ideal construida de acuerdo a lo que estipula la normativa urbana.



			Impermeable	Permeable
Superficie Privada	628.992,00 m ²	62,90%	44,05%	18,87%
Superficie de Veredas	108.798,06 m ²	10,88%	10,88%	
Superficie de Canteros	51.134,06 m ²	5,11%	2,22%	3,10%
Superficie Áreas Verdes	36.721,70 m ²	3,67%		3,67%
Superficie Vial	172.351,28 m ²	17,24%	17,24%	
	1.000.000,00 m ²	100,00%	74,36%	25,64%

			Impermeable	Permeable
Superficie Privada	533.481,00 m ²	53,35%	37,34%	16,00%
Superficie de Veredas	140.537,81 m ²	14,05%	14,05%	
Superficie de Canteros	64.050,11 m ²	6,41%	2,96%	3,44%
Superficie Áreas Verdes	36.721,70 m ²	3,67%		3,67%
Superficie Vial	225.205,37 m ²	22,52%	22,52%	
	1.000.000,00 m ²	100,00%	75,88%	23,12%

Caso 1 y Caso 2 de modelos urbanos formales en el AMGR

Fuente: Elaboración propia en base al Código de Planeamiento Urbano Ambiental de la Ciudad

Para el Caso 1 establecemos una ocupación formal y normativa que se establece en los siguientes parámetros:

- Superficie Privada: ocupada en un 70% con 36 lotes por hectárea
- Superficie de Veredas: con 3 metros de senda peatonal y 80 cm sobre la calle con ochavas incluidas
- Superficie de canteros: dentro del ancho de la vereda, entre las dos franjas definidas en el ítem anterior. Dicha área puede variar en lugares céntricos y lugares residenciales pasando a ser vereda. Para el ejemplo se computan los pasos vehiculares sobre el cantero considerados en un ancho de 4 metros por 36 lotes por manzana.

- Superficie de Áreas verdes: se considera una plaza por chacra igualando las condiciones del área centra de la ciudad, más la sumatoria de parterres de avenidas. Su incidencia puede alcanzar hasta el 5%
- Superficie Vial: es el área de la calzada, reservada al uso de vehículos.

Para el Caso 2 se considera una ocupación intensiva del espacio de superficie privada, donde si bien aumenta el número de lotes, disminuye su superficie aumentando el área destinada a superficie vial. Esta ocupación se da en muchos casos en el AMGR, producida por los conjuntos habitacionales de las últimas décadas, provistos por el Estado. Vemos que entre ambos casos las superficies impermeables varían solo un 2,5%.

En estas ocupaciones de máxima permitida, podemos ver que la diferencia entre una calle pavimentada y una calle de tierra juega un papel importante, puesto que no solo aporta entre un 17,24 a un 22,52% de la impermeabilización del suelo, sino que también que al producirse aumentan significativamente la cantidad de veredas formales y por lo tanto la impermeabilización. La mayor cantidad de lotes aumenta la cantidad de entradas vehiculares disminuyendo la cantidad de canteros. Se estima que su efecto total podría ser cercano al 25% de la impermeabilización del suelo. Al pavimentar también se eliminan las acequias o cunetas que representan un componente importante para el retardo de la escorrentía y la infiltración al suelo. Afortunadamente tan solo el 40% de las vías de la ciudad de Resistencia se encuentran pavimentadas y en los demás municipios en cantidades menores.

Estos dos casos tomados de ocupación del suelo no son los únicos. Existen asentamientos, ocupaciones tradicionales suburbanas, grandes conjuntos habitacionales, etcétera; que plantean una relación diferente entre suelo ocupado y suelo libre; pero sirven como para determinar un porcentaje aproximado de la impermeabilización. Además, cabe mencionar que no toda la construcción de la ciudad se ha producido de manera formal, adecuada a la normativa vigente. Si miramos una imagen aérea de ciertas áreas comerciales, de servicios y residenciales céntricas de la ciudad de Resistencia, vemos una impermeabilización casi total del suelo.

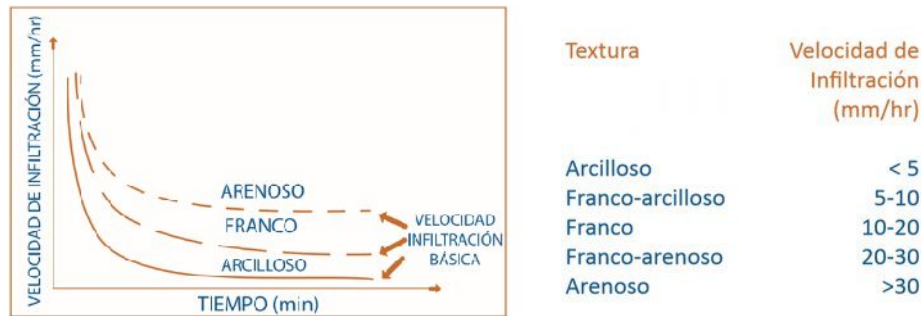
Si pensamos que la ciudad ha impermeabilizado cerca de el 50% del suelo en promedio en esas 9202 hectáreas que se tomaban en el primer criterio, serían unas 4600 hectáreas impermeables estamos dejando de absorber unos 6,9 millones de metros cúbicos de agua. Esto equivale a decir toda la superficie de Barranqueras y Vilelas, pero con 50 cm de agua.

En cambio, si tomáramos el segundo criterio (el del área polderizada con lugares naturales y artificiales. El que consideramos el más correcto), el volumen de agua no absorbida sería el mismo que en el caso anterior (porque la superficie impermeable no varía), pero su distribución sería en un área mayor. El área impermeabilizada representa solo el 17,8% del total del área considerada.

Ahora conviene preguntarse ¿Cuál es la capacidad de infiltración que tenemos con nuestro suelo y vegetación? Si recorremos bibliografía especializada, vemos que la infiltración es el paso del agua de la superficie hacia el interior del suelo. Es un proceso que depende fundamentalmente del agua disponible a infiltrar, la naturaleza del suelo, el estado de la superficie y las cantidades de agua y aire inicialmente presentes en su interior.

Normalmente la infiltración proveniente de precipitaciones naturales no es capaz de saturar todo el suelo, sólo satura las capas más cercanas a la superficie, conformando un perfil típico donde el valor de humedad decrece con la profundidad.

Como ya vimos, la capacidad de infiltración, o la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones, es un valor variable en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo, y la mayor o menor compactación que tiene el mismo." (Cátedra de Hidrología FI-UNNE, S/D).



Velocidad y Capacidad de Infiltración de los distintos tipos de suelos
Fuente: Infiltración del agua en el suelo. Importancia y métodos para medirla (2017)

Como se observa en el gráfico de velocidad de infiltración presentado, todos los suelos tienen una capacidad de infiltración inicial importante, que tiende a estabilizarse a medida que transcurre el tiempo y la tierra se satura. Como el suelo del AMGR puede caracterizarse entre las dos primeras variedades de textura (la infiltración de nuestros suelos es muy baja) los valores indican que absorbe entre menos de 5 y 10 milímetros por hora. Esto significa que puede tardar entre 15 y 30 horas para poder infiltrar los 150 milímetros de lluvia caídos en el supuesto.

Dicho de otra forma, para absorber esos 6,9 millones de metros cúbicos (6.900 millones de litros) de agua que se dejan de absorber en esas 4600 hectáreas impermeabilizadas, a una velocidad de 10 mm por hora, se necesitaría de un área de 69.000 hectáreas para absorberla en una hora, o un área 2,5 veces superior al área defendida total. Pero como el agua que no es absorbida se escurre a lugares deprimidos (escorrentía), esos 150 litros por metro cuadrado, tanto de áreas impermeables como permeables, se concentran en determinadas zonas bajas tardando mucho más en infiltrarse.

Estos factores permiten ver que la infiltración directa del suelo es prácticamente inviable en el área defendida, según las circunstancias en que se encuentre ese suelo. Pero para la infiltración, pueden contribuir notablemente la vegetación y los espacios verdes, puesto que los árboles no solo permiten la infiltración profunda a través de su sistema radicular, sino que también retardan la escorrentía superficial del agua a sus lugares de drenaje. El sistema lacustre que rodea al Río Negro ha cumplido durante la historia, ese cometido con relativa eficiencia, actuando de reservorios intermedios y proveyendo en su entorno las áreas verdes necesarias para infiltración. Hoy día, el avance indiscriminado de la ocupación del suelo, la falta de control y de previsión, niegan cada vez más esta función natural. Por otra parte, en algunas lagunas se han instalado sistemas de bombeo, generando un sistema interconectado de desagote, que resulta cada vez más insuficiente.

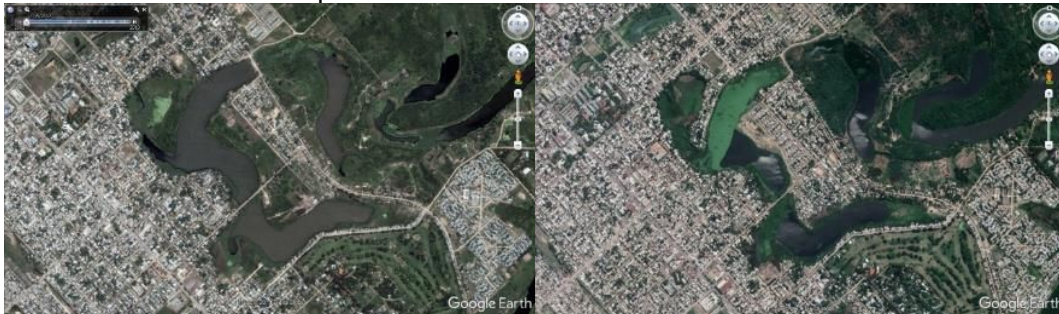
Un caso emblemático para la ciudad es la laguna Argüello que, ubicada en el borde sudeste del casco histórico fundacional de la ciudad de Resistencia, en 1935 ocupaba

una superficie aproximada de 30 hectáreas. Las diversas presiones sufridas por el acelerado proceso de urbanización y principalmente por la intervención del Estado determinaron que una gran parte de ella fuera rellenada. Sobre su superficie se han construido El Colegio Nacional, La Empresa de agua provincial (SAMEEP), La Administración Tributaria Provincial (ATP), dos Escuelas Secundarias más, El Laboratorio Central y el Hospital Pediátrico, entre una cantidad importante de obras privadas. Como consecuencia de ello, con precipitaciones de apenas 50 mm, un sector importante del entorno acumulaba 50 cm de agua de profundidad, ocasionando conflictos significativos, daños a la propiedad privada y pública, pérdida de accesibilidad (sector céntrico de la ciudad) y disminución de la calidad de vida de los habitantes afectados. Por iniciativa conjunta de sectores públicos y privados, en el año 2003 se iniciaron trabajos para su recuperación parcial removiéndose 50.000 m³ de relleno y convirtiendo su entorno en un importante parque urbano. Su superficie alcanzó las 9,5 hectáreas y no se volvieron a producir problemas de anegamientos en su entorno. Aunque no se haya podido recuperar su superficie original, se ha aumentado la conciencia institucional y colectiva sobre su función de reservorios y retardadores, aunque no lo suficiente.



Imágenes de la Laguna [Arquello](#) de Resistencia a escala similar, Años 1935, 2002 y 2019.
Fuente: Municipalidad de Resistencia y Google Earth

Si observamos las imágenes satelitales de la Laguna Prosperidad entre los años 2002 y 2019, puede apreciarse el avance de la Ocupación del Suelo, incluso en áreas vulnerables. El problema fundamental que surge con este tipo de ocupación es, la alteración de las cuencas y pendientes naturales del terreno; y la generación de barreras que alteran el escurrimiento natural de las aguas. La cuenca urbana de la Laguna Prosperidad llega hasta la plaza 25 de Mayo y hasta las vías del Ferrocarril al suroeste, con un área urbanizada aproximada de 618 hectáreas.



Imágenes 2002 y 2019 de la Laguna Prosperidad.
Fuente: Google Earth

La pregunta que surge inmediatamente es ¿Por qué se ocupa (o se deja ocupar) el suelo manipulando los componentes geomorfológicos y afectando al sistema hídrico urbano degradando aún más las condiciones paisajísticas y ambientales?

La respuesta tiene múltiples y variadas dimensiones. Rómulo Pérez (2013) sostiene, en cuanto a las defensas contra inundaciones que “Los efectos producidos por su trazado, disposición y operación otorgan por su condición de área protegida una relativa disminución de su potencial peligrosidad, aunque ofrecen asimismo una falsa percepción de seguridad.” Lo que ha posibilitado y promovido bajo ciertas condiciones, la expansión y densificación urbana indiscriminada sobre tierras no aptas para usos urbanos, incrementando tanto la vulnerabilidad de la población como la fragilidad de sus bienes frente a la acción de probables eventos extremos. De manera similar ocurre lo mismo con las áreas de riesgo hídrico por lluvia. En épocas de sequías se ocupan tierras bajas o anegables que luego se ven afectadas severamente ante los fenómenos climáticos extraordinarios.

“Por necesidad, por interés o por ignorancia, los diferentes grupos sociales van lentamente degradando el ambiente que los rodea, incrementando sus vulnerabilidades o potenciando amenazas, sean de origen antrópico o natural. Las acciones que se toman sobre el medio, el uso o el desecho que se hace de los recursos naturales están guiados por el interés inmediatista de responder a las necesidades, pero este manejo genera efectos que se van acumulando, hasta que viene la sorpresa, el desastre llamado “natural” que nadie esperaba, pero que todos construyen día a día, año a año”. (Fernández, 1996)

El problema también es cultural. Rojas Eraso (1997) nos dice que “La valoración es cambiante y obedece a condiciones de expresión comunitaria al interior de la continuidad urbana. La presencia del río, como permanencia de la naturaleza es integral al planteamiento y construcción cultural de la ciudad. Río y ciudad interactúan en el tiempo histórico marcando fases o períodos de valoración de lo natural como percepción visual o táctil, o de lo cultural como elemento de uso de carácter puramente utilitario, económico, político, de uso puramente operativo.”

“Varias ciudades de la región (se refieren a América Latina) presentan condiciones adversas para hacer frente a los excesos de agua durante tormentas prolongadas lo cual impone altos costos a la población para poder enfrentar las situaciones no deseadas. El costo normal de construcción de sistemas de evacuación de aguas de lluvia en zonas urbanizadas es tres a cuatro veces mayor que el de abastecer a la misma zona con agua potable o proveerla de sistemas de tratamiento de desechos sólidos”. (Dourojeanni & Jouravlev, 1999). Bertoni (2004) además señala que “puede afirmarse que a medida que aumenta el porte de las ciudades se agravan las consecuencias de la falta de planificación y reglamentación. Después que el espacio es totalmente ocupado, las soluciones disponibles resultan extremadamente caras y más complejas técnicamente.”

5. REFLEXIONES FINALES Y/O CONCLUSIONES.

A lo largo de la documentación periodística local, vemos que cada vez con mayor frecuencia y con menores caudales de agua se producen anegamientos en sus sectores urbanos causando graves pérdidas económicas en las infraestructuras y en el sector privado. Vemos claramente como, luego de ir afectando indiscriminadamente un sistema fluvial lacustre urbano de alto valor ambiental y paisajístico y, luego de haber

impermeabilizado el suelo con la ocupación, hoy se producen de forma más drástica y con mayor frecuencia inundaciones por precipitaciones.

Todos los factores estudiados contribuyen en diferentes formas y medidas a generar el exceso de agua que produce anegamientos: la impermeabilización del suelo, la ocupación de los bordes de lagunas, la desaparición de espacios verdes significativos dentro de la ciudad, etc.

Las preguntas que surgen a partir de aquí son las siguientes: ¿Cuál sería la forma de ocupación del suelo más adecuada para garantizar la sostenibilidad urbana del AMGR? ¿Qué estrategias e instrumentos permitirían mitigar o revertir de forma eficiente la alta vulnerabilidad generada por la actual ocupación del suelo urbano del AMGR? ¿Es posible que el sistema hídrico urbano del AMGR pueda asumir el doble rol de infraestructura y componente paisajístico de alta calidad ambiental de características singulares? Así como es irreversible el proceso de urbanización en el mundo, también es irreversible la ocupación del territorio realizada, en el AMGR sobre el valle aluvial de los ríos Paraná y Negro a lo largo de casi 150 años. Pero es necesario que esa ocupación del territorio de un giro radical a la forma de relacionarse con el entorno y la geomorfología del lugar, permitiendo el respeto y la convivencia con el sistema pluvial lacustre y mejorando la calidad de vida de los habitantes del AMGR; atendiendo también los nuevos paradigmas de la hidrología urbana de orientación ambiental, el derecho a la seguridad hídrica y la gestión integrada de los recursos hídricos.

Para que esto suceda, es necesario fortalecer las instituciones pertinentes para que ejerzan el poder de control estricto sobre terrenos bajos y áreas fluvio-lacustres de alta vulnerabilidad ambiental, privilegiando los intereses comunes por sobre los derechos individuales. También son necesarias normativas claras que puedan ser utilizadas como instrumentos legales definidos y sanciones estrictas a quienes transgredan las leyes.

La preocupación por encontrar medios para abaratar los costos de manejo de aguas de lluvia tanto en calidad como en cantidad hace surgir la opción de la “detención e infiltración” de estas aguas en todo el trayecto en que escurre. Es decir que la mejor solución encontrada no es en tratar de que el agua de lluvia se evacue lo más rápido posible, si no en detenerla en una serie de lugares como estanques, plazas, jardines y, en general, depresiones controladas con vertederos el tiempo suficiente para que se infiltre una buena cantidad de las aguas. Los humedales, parques y áreas verdes en general son importantes componentes del sistema de control de inundaciones en una ciudad (Sorensen, Barzetti, Keipi, & Williams, 1998). Al respetar zonas vulnerables dedicándolas a parques y espacios verdes, se puede conservar la superficie permeable disponible para captación de agua, reducir las tasas de velocidad de las corrientes y eliminar daños a los asentamientos humanos. Lamentablemente en casi todas las zonas urbanas importantes de la región, las zonas aledañas a los ríos no se han reservado para parques sino para autopistas, edificios o basurales (Dourojeanni & Jouravlev, 1999).

Es importante que se busquen, utilicen y reglamenten soluciones alternativas a la ocupación e impermeabilización descontrolada del suelo. Apoyados en nuevas tecnologías y en el reconocimiento en general de este problema de la ciudad actual, existen nuevos tipos de pavimentos y tecnologías que permiten mucho mayor absorción del suelo que podrían ser utilizados para paliar el déficit de absorción.

Como pudimos observar a lo largo de los cálculos iniciales de Áreas urbanizadas y defendidas, afortunadamente dentro del recinto amurallado todavía existe una buena proporción de áreas permeables (21.239 Ha) y naturales (16.638 Ha), que son sumamente útiles y necesarias para garantizar la sostenibilidad en el tiempo del sistema urbano del AMGR y que deberían considerarse como invaluable e irremplazables.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Madariaga, E. (2004). *Laguna Argüello, Historia de la Ciudad*. Obtenido de Ecoportal: <http://www.ecoportal.net>
- BERTONI, J. C. (2004). *Inundaciones Urbanas en Argentina*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos*. C E P A L: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Fernández, M. A. (1996). *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*. Obtenido de http://www.la-red.org/public/libros/1996/cer/CER_cap01-CEP_ene-7-2003.pdf
- Forero Rodriguez, L. A. (Febrero de 2015). *Intersticios Urbanos Ambientales, Elementos Articuladores desde el Espacio Público. Caso Rio Fucha Tramo Carrera 10° - Carrera 30*. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá: <https://repository.javeriana.edu.co/>
- Hidrología, C. d. (S/D). *Apunte de Infiltración*. Obtenido de Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería - UNNE: <http://ing.unne.edu.ar/download.htm>
- Pedraza, R. A. (2007). *Efectos de escala sobre la simulación del flujo de agua superficial en áreas urbanas usando modelos basados en la onda cinemática. Anexo II Hidrología Urbana*. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba: <http://efn.biblio.unc.edu.ar>
- Pérez, G. (S/D). *Ciclo Hidrológico*. Obtenido de https://www.ciclohidrologico.com/infiltracin_del_agua
- Pérez, R. (2013). *Redes y Centros Urbanos Bajo Riesgo Hídrico. Prevención y Mitigación de Desastres Naturales en Planicies de Inundación en la Argentina*. Ciudad de Buenos Aires: EUDEBA, Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Rojas Eraso, A. M. (1997). *El Río y la Ciudad*. Obtenido de Bitácora Urbano Territorial: <http://www.bdigital.unal.edu.co/>
- Scornik, C. O. (1998). *DIAGNOSTICO URBANO EXPEDITIVO DEL AREA METROPOLITANA DEL GRAN RESISTENCIA (AMGR)*. Resistencia, Chaco: Ministerio del Interior: Secretaría de Asistencia para la Reforma Económica Provincial - PROVINCIA DEL CHACO: Sub-Unidad Central de Coordinación para la Emergencia (S.U.C.C.E.) - Sub-Unidad Provincial de Coordinación para la Emergencia (S.U.P.C.E.).
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. (1998). *Manejo de las Áreas Verdes. Documento de buenas prácticas*. Washington, D.C: División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo BID.