

## **OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA EN LOS PARQUES HUERTA COMO APOORTE A LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL URBANA DE LA CIUDAD DE ROSARIO.**

**Ana Paula Lattuca<sup>1</sup>.**

Centro de Estudios del Ambiente Humano, Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, UNR.  
Riobamba 220 bis. (2000) Rosario, Te: 54-341-4255446- Email: [aplattuca@gmail.com](mailto:aplattuca@gmail.com).

### **RESUMEN**

El objetivo general de este trabajo es realizar un aporte específico y parcial, para paliar la insostenibilidad del actual sistema urbano. El objetivo específico es proponer algunas pautas de diseño y de funcionamiento para optimizar el uso del agua en el Parque Huerta La Tablada de la ciudad de Rosario. Se realizó el análisis de la evapotranspiración real y potencial aplicando la fórmula de Thornthwaite, para calcular la cantidad de agua excedente en el Parque Huerta y ver la posibilidad de reutilizarla. En este estudio se utilizaron los valores climáticos promedio, y los valores de los años 1983, 1994 y 2003. Los resultados obtenidos fueron que en los años 1983 y 1994 el excedente de agua de lluvia fue cero y para el año 2003, a pesar de que fue un año lluvioso igualmente el excedente es mínimo como para diseñar un sistema de reutilización del agua. Concluimos con una propuesta de medidas para lograr la optimización del uso del agua en el Parque Huerta La Tablada y la posible implementación de energías alternativas para el bombeo de agua.

**Palabras clave:** optimización, agua, evapotranspiración, energía.

### **INTRODUCCIÓN**

La planificación de espacios para la agricultura urbana surge impulsada por la dinámica del fenómeno de integración que la misma ha tenido en la ciudad. Uno de los objetivos es la instalación de Parques Huerta productivos con la finalidad de mejorar la calidad de vida de sectores de bajos recursos e integrar programas socio-productivos con programas urbanísticos y ambientales de recuperación del paisaje y de recalificación barrial.

La propuesta de implementar los “Parques Huertas”, surge aprovechando la experiencia social y productiva del Programa de Agricultura Urbana, sumando un plus valor en el modo de intervenir en vacíos urbanos que tienen una ubicación territorial estratégica y que pueden configurarse como “bandas de naturaleza” sobre los accesos viales a la ciudad, los bordes de los arroyos o sobre sistemas infraestructurales que presentan tierras vacantes en el interior del tejido urbanizado.

Los Parques Huerta brindan mayores superficies para la producción y permiten incluir más familias o grupos comunitarios realizando otro tipo de plantaciones. Además, la incorporación de la agricultura urbana como política pública en la planificación territorial implica que todos estos espacios de Parques Huerta serán asignados a dicha actividad, permitiendo seguridad en el tiempo a la gente que va a producir allí.

El Parque Huerta La Tablada está ubicado en el acceso sur de la ciudad de Rosario, el programa incluye 39 has, destinadas a parqueización y forestación con acceso público a algunos sectores y 7 has para el desarrollo de agricultura urbana divididas en tres sectores.

Recientemente fue inaugurada la primera etapa que incluye 14.500 m<sup>2</sup> con 26 unidades productivas. Se instalaron el cerco olímpico que delimita el sector, un refugio para cuidador y guardado de herramientas. Para la provisión de agua se hizo una perforación de cuarenta y dos metros de profundidad con la instalación de un sistema de bombeo y un tanque de reserva.

El proyecto también prevé la instalación de un sistema de acequias alimentadas por tanque de reserva, que garantizaran el medio ambiente de humedad ideal a las huertas y al mismo tiempo permitirá el cultivo de especies en aguas corrientes y limpias.

El tanque instalado es de 5.000 litros de capacidad. Acequias de 65 cm de ancho por 5 metros de largo, en total suma 400 m.

---

<sup>1</sup> Becaria de CONICET. Director: Dr. Arq. Elio Di Bernardo.



Figuras 1 y 2: Imágenes del Parque Huerta La Tablada.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El agua es uno de los factores críticos más importantes de los ecosistemas terrestres y en algunos casos es el factor determinante de la vegetación de un lugar. Entre el 70 y 90 % del peso fresco de los seres vivos está constituido por agua, aunque esto es variable.

El agua cumple un papel fundamental en la regulación térmica de los seres vivos y en el balance energético de los ecosistemas terrestres.

La precipitación es el principal aporte de agua y puede ser en forma de lluvia, nieve, granizo, niebla o rocío. Cuando llueve el agua se infiltra en el suelo y a medida que este se satura, disminuye la velocidad de infiltración. Cuando la intensidad de la lluvia supera la velocidad de infiltración, el agua se acumula en la superficie y escurre lateralmente. La cantidad y velocidad del escurrimiento superficial depende de la topografía, el microrelieve y la cobertura del suelo.

*“La evapotranspiración es la pérdida de agua por evaporación del suelo y transpiración de las plantas. Entre dos lluvias, una vez que la superficie ha drenado totalmente, las únicas pérdidas de agua se producen por evapotranspiración.*

*La evapotranspiración potencial es decir, la que se produciría en un suelo cubierto por vegetación corta y con un suministro ilimitado de agua es función de la radiación que recibe el suelo.*

*La evapotranspiración real, es decir, la que se produce en circunstancias concretas determinadas, es igual o muy cercana a la evapotranspiración potencial cuando el suelo se encuentra en capacidad de campo”.* (Orsolini et al., 2000).

Se realizó el análisis de la evapotranspiración aplicando la fórmula de Thornthwaite, para saber la cantidad de agua excedente en el Parque Huerta y ver la posibilidad de reutilizarla.

La fórmula de Thornthwaite, supone una relación empírica entre la temperatura media mensual y la evapotranspiración potencial mensual. La relación empírica es:

$$ETP = cT^a$$

Donde:

ETP: evapotranspiración potencial mensual (mm)

T: temperatura media mensual (C)

c,a: coeficientes que varían de un lugar a otro.

Para explicar la variación regional de los valores de c y a, se creó un término llamado índice calórico mensual (i) del que se puede calcular c y a. La suma de los valores de i de los doce meses da un índice calórico anual (I). Por lo tanto la ecuación general es:

$$ETP = 16 \left( \frac{10T}{I} \right)^a$$

Donde I es el índice calórico;

$$I = \left( \frac{T}{6} \right)^{1,514}$$

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,97 \times 10^{-2} I + 4,92 \times 10^{-1}$$

Esta ecuación fue obtenida para un mes de 30 días y 12 horas diarias de radiación solar, por lo que los valores obtenidos deben corregirse en función de la latitud del lugar donde se emplee.

Los factores de corrección fueron extraídos de la tabla dada por el método de Thorthwaite, para la ciudad de Rosario cuya latitud es de 33° Sur.<sup>2</sup>

	<u>ene</u>	<u>feb</u>	<u>mar</u>	<u>abr</u>	<u>may</u>	<u>jun</u>	<u>jul</u>	<u>ago</u>	<u>sep</u>	<u>oct</u>	<u>nov</u>	<u>dic</u>
<b>Máximas</b>	31°C	29°C	27°C	23°C	20°C	16°C	16°C	18°C	21°C	23°C	26°C	29°C
<b>Mínimas</b>	17°C	17°C	15°C	12°C	8°C	5°C	5°C	6°C	7°C	11°C	13°C	16°C
<b>Media</b>	24°C	23°C	21°C	17°C	14°C	11°C	11°C	12°C	14°C	17°C	21°C	23°C
<b>Precip.</b>	104 mm	117 mm	165 mm	79 mm	46 mm	36 mm	38 mm	36 mm	61 mm	91 mm	99 mm	119 mm

Tabla 1: Valores de temperatura y precipitación promedio en la ciudad de Rosario. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Ecuaciones de Thorthwaite para el cálculo de la **Evapotranspiración potencial** del Parque Huerta La Tablada ubicado en la ciudad de Rosario con **valores climáticos promedio**.

Meses	Temperatura (C)	índice calórico (C)	coeficiente (a)	Evapotranspiración Potencial (mm)	Factor de corrección	Evapotranspiración Potencial corregida(mm)
<b>Enero</b>	24.0	10.75	1.943	131.7	1.22	<b>160.6</b>
<b>Febrero</b>	23.0	10.08	1.943	121.2	1.04	<b>126.1</b>
<b>Marzo</b>	21.0	8.78	1.943	101.6	1.06	<b>107.7</b>
<b>Abril</b>	17.0	6.38	1.943	67.4	0.94	<b>63.3</b>
<b>Mayo</b>	14.0	4.75	1.943	46.2	0.9	<b>41.6</b>
<b>Junio</b>	11.0	3.30	1.943	28.9	0.83	<b>24.0</b>
<b>Julio</b>	11.0	3.30	1.943	28.9	0.88	<b>25.5</b>
<b>Agosto</b>	12.0	3.76	1.943	34.3	0.95	<b>32.5</b>
<b>Septiembre</b>	14.0	4.75	1.943	46.2	1.00	<b>46.2</b>
<b>Octubre</b>	17.0	6.38	1.943	67.4	1.13	<b>76.1</b>
<b>Noviembre</b>	21.0	8.78	1.943	101.6	1.16	<b>117.8</b>
<b>Diciembre</b>	23.0	10.08	1.943	121.2	1.23	<b>149.1</b>
<b>Índice calórico anual</b>		<b>81.10</b>				

Tabla 2: Cálculo de evapotranspiración potencial con valores climáticos promedio.

Evaluación del **Déficit de Escurrimiento** Medio Anual con **valores promedio** en el Parque Huerta La Tablada en la ciudad de Rosario. Balance mensual para R (Capacidad del suelo de guardado de agua) = 100 mm.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Evapotranspiración Potencial (ETP)</b>	160.6	126.1	107.7	63.3	41.6	24.0	25.5	32.5	46.2	76.1	117.8	149.1	<b>970.5</b>
<b>Precipitación</b>	104.0	117.0	165.0	79.0	46.0	36.0	38.0	36.0	61.0	91.0	99.0	119.0	<b>991.0</b>
<b>Diferencia (P- Etp)</b>	-56.6	-9.1	57.3	15.7	4.4	12.0	12.5	3.5	14.8	14.9	-18.8	-30.1	
<b>Variación de las reservas del suelo</b>	0.0	0.0	57.3	15.7	4.4	12.0	10.6	0.0	0.0	0.0	-18.8	-30.1	
<b>Reservas de agua útil</b>	0.0	0.0	57.3	73.0	77.4	89.4	100.0	100.0	100.0	100.0	81.2	51.1	
<b>Evapotranspiración real (ETR)</b>	155.1	117.0	107.7	63.3	41.6	24.0	25.5	32.5	46.2	76.1	117.8	149.1	<b>955.9</b>
<b>Déficit (ETP - ETR)</b>	5.5	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>14.6</b>
<b>(Q) Excedente (P-ETP)- ^R</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.5	14.8	14.9	0.0	0.0	<b>35.1</b>

Tabla 3: Cálculo de evapotranspiración real, excedente y déficit de escurrimiento con valores climáticos promedio.

La evapotranspiración Real anual, no es otra cosa que el Déficit de Escurrimiento

$$DE = \sum P - \sum Q = 991 - 35.1 = 955.9 = ETR$$

**Resultado:** Después del análisis realizado podemos concluir que el **excedente** de agua es **35.1** milímetros.

<sup>2</sup>Las formulas y ecuaciones utilizadas en este análisis fueron extraídas del libro "Hidrología. Procesos y Métodos". Orsolini. Zimmermann. Basile. 1° ed. UNR Editora.2000.

A continuación se realizó este análisis en diferentes años para comparar resultados.

Ecuaciones de Thorthwaite para el cálculo de la **Evapotranspiración potencial** del Parque Huerta La Tablada

Meses	T (C)	i (C)	a	ETP (mm)	Cc	ETPc(mm)
Enero	26,2	12,28	1,972	156,1	1,22	<b>190,5</b>
Febrero	22,8	9,95	1,972	118,7	1,04	<b>123,5</b>
Marzo	20,8	8,66	1,972	99,1	1,06	<b>105,0</b>
Abril	17,5	6,66	1,972	70,5	0,94	<b>66,2</b>
Mayo	13,8	4,65	1,972	44,1	0,9	<b>39,7</b>
Junio	8,7	2,31	1,972	17,8	0,83	<b>14,7</b>
Julio	8,8	2,35	1,972	18,2	0,88	<b>16,0</b>
Agosto	11,4	3,48	1,972	30,3	0,95	<b>28,8</b>
Setiembre	13,3	4,40	1,972	41,0	1,00	<b>41,0</b>
Octubre	19,2	7,67	1,972	84,6	1,13	<b>95,6</b>
Noviembre	20,6	8,53	1,972	97,2	1,16	<b>112,7</b>
Diciembre	25,2	11,57	1,972	144,6	1,23	<b>177,9</b>
<b>Índice calórico anual</b>		<b>82,51</b>				

Tabla 4: Cálculo de evapotranspiración potencial con los valores del año 1983.

Evaluación del **Déficit de Ecurrimiento** Medio Anual en el Parque Huerta La Tablada de la ciudad de Rosario.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Evapotranspiración Potencial (Etp)</b>	190,5	123,5	105,0	66,2	39,7	14,7	16,0	28,8	41,0	95,6	112,7	177,9	<b>1011,6</b>
<b>Precipitación</b>	74,2	149,3	139,7	26,4	45,5	29,7	8,6	7,6	34,0	119,9	128,3	71,4	<b>834,6</b>
<b>Diferencia (P- Etp)</b>	-116,3	25,8	34,7	-39,8	5,8	15,0	-7,4	-21,2	-7,0	24,3	15,6	-106,5	
<b>Variación de las reservas del suelo</b>	0,0	25,8	34,7	-34,7	5,8	15,0	-7,4	-21,2	-7,0	24,3	15,6	-15,6	
<b>Reservas de agua útil</b>	0,0	25,8	60,5	20,7	26,5	41,5	34,1	12,9	5,9	30,2	45,8	0,0	
<b>Evapotranspiración real (ETR)</b>	74,2	123,5	105,0	66,2	39,7	14,7	16,0	28,8	41,0	95,6	112,7	117,2	<b>834,6</b>
<b>Déficit ( ETP - ETR)</b>	116,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,7	<b>177,0</b>
<b>Excedente (P-ETP)- ^R</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>

Tabla 5: Cálculo de evapotranspiración real, excedente y déficit de escurrimiento con valores climáticos del año 1983.

La evapotranspiración Real anual, no es otra cosa que el Déficit de Ecurrimiento

$$DE = \sum P - \sum Q = 834.6 - 0 = 834.6 = ETR$$

Ecuaciones de Thorthwaite para el cálculo de la **Evapotranspiración potencial** del Parque Huerta La Tablada

Meses	T (C)	i (C)	a	ETP (mm)	Cc	ETPc(mm)
Enero	23,8	10,61	1,918	115,6	1,22	141,0
Febrero	22,7	9,88	1,918	105,6	1,04	109,8
Marzo	20,9	8,72	1,918	90,1	1,06	95,5
Abril	17,1	6,43	1,918	61,3	0,94	57,6
Mayo	16,3	5,98	1,918	55,9	0,9	50,3
Junio	13,0	4,25	1,918	36,2	0,83	30,1
Julio	9,1	2,48	1,918	18,3	0,88	16,1
Agosto	12,1	3,81	1,918	31,6	0,95	30,0
Septiembre	15,6	5,60	1,918	51,4	1,00	51,4
Octubre	17,2	6,49	1,918	62,0	1,13	70,0
Noviembre	20,9	8,72	1,918	90,1	1,16	104,5
Diciembre	25,7	11,92	1,918	133,9	1,23	164,7
<b>Índice calórico anual</b>		<b>84,90</b>				

Tabla 6: Cálculo de evapotranspiración potencial con los valores del año 1994.

Evaluación del **Déficit de Escurrimiento** Medio Anual en el Parque Huerta La Tablada de la ciudad de Rosario

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Evapotranspiración Potencial (Etp)</b>	141,0	109,8	95,5	57,6	50,3	30,1	16,1	30,0	51,4	70,0	104,5	164,7	<b>921,0</b>
<b>Precipitación</b>	56,1	67,6	165,3	80,0	19,1	31,8	13,2	3,1	2,0	87,9	46,0	95,0	<b>667,0</b>
<b>Diferencia (P- Etp)</b>	-84,9	-42,2	69,8	22,4	-31,3	1,7	-2,9	-27,0	-49,4	17,9	-58,5	-69,7	
<b>Variación de las reservas del suelo</b>	0,0	0,0	69,8	22,4	-31,3	1,7	-2,9	-27,0	-49,4	17,9	-58,5	0,0	
<b>Reservas de agua útil</b>	0,0	0,0	69,8	92,2	60,9	62,6	59,7	32,7	0,0	17,9	0,0	0,0	
<b>Evapotranspiración real (ETR)</b>	56,1	67,6	95,5	57,6	50,4	30,1	16,1	30,0	34,7	70,0	63,9	95,0	<b>667,0</b>
<b>Def. ( ETP - ETR)</b>	84,9	42,2	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	40,6	69,7	<b>254,0</b>
<b>Exc. (P-ETP)- ^R</b>	-84,9	-42,2	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	-69,7	<b>0,0</b>

Tabla 7: Cálculo de evapotranspiración real, excedente y déficit de escurrimiento con valores climáticos del año 1994.

La evapotranspiración Real anual, no es otra cosa que el Déficit de Escurrimiento

$$DE = \sum P - \sum Q = 667 - 0 = 667 = ETR$$

Ecuaciones de Thornthwaite para el cálculo de la **Evapotranspiración potencial** del Parque Huerta La Tablada ubicado en la ciudad de Rosario.

Meses	T (C)	i (C)	a	ETP (mm)	Cc	ETPc(mm)
Enero	25,0	11,44	2,002	142,2	1,22	173,5
Febrero	22,9	10,01	2,002	119,3	1,04	124,0
Marzo	21,8	9,29	2,002	108,1	1,06	114,6
Abril	16,9	6,32	2,002	64,9	0,94	61,0
Mayo	14,4	4,96	2,002	47,1	0,9	42,4
Junio	12,9	4,20	2,002	37,8	0,83	31,4
Julio	10,0	2,86	2,002	22,7	0,88	20,0
Agosto	11,2	3,39	2,002	28,5	0,95	27,1
Setiembre	14,8	5,17	2,002	49,8	1,00	49,8
Octubre	19,6	7,91	2,002	87,4	1,13	98,7
Noviembre	21,8	9,29	2,002	108,1	1,16	125,4
Diciembre	21,5	9,10	2,002	105,1	1,23	129,3
<b>Índice calórico anual</b>		<b>83,94</b>				

Tabla 8: Cálculo de evapotranspiración potencial con los valores del año 2003.

Evaluación del **Déficit de Escurrimiento** Medio Anual en el Parque Huerta La Tablada en la ciudad de Rosario.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Evapotranspiración Potencial (Etp)</b>	173,5	124,0	114,6	61,0	42,4	31,4	20,0	27,1	49,8	98,7	125,3	129,3	<b>997,1</b>
<b>Precipitación</b>	170,2	86,4	137,2	120,4	55,6	0,5	69,1	96,0	27,9	57,4	97,3	166,1	<b>1084,1</b>
<b>Diferencia (P- Etp)</b>	-3,3	-37,6	22,6	59,4	13,2	-30,9	49,1	68,9	-21,9	-41,3	-28,1	36,8	
<b>Variación de las reservas del suelo</b>	-3,3	-37,6	22,6	59,4	13,2	-30,9	31,1	0,0	-21,9	-41,3	-28,1	36,8	
<b>Reservas de agua útil</b>	42,2	4,6	27,2	86,6	99,8	68,9	100,0	100,0	78,1	36,8	8,7	45,5	
<b>Evapotranspiración real (ETR)</b>	173,5	124,0	114,6	61,0	42,4	31,4	20,0	27,1	49,8	98,7	125,3	129,3	<b>997,1</b>
<b>Def. ( ETP - ETR)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<b>(Q) Exc. (P-ETP)- ^R</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	68,9	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>86,9</b>

Tabla 9: Cálculo de evapotranspiración real, excedente y déficit de escurrimiento con valores climáticos del año 2003.

La evapotranspiración Real anual, no es otra cosa que el Déficit de Escurrimiento

$$DE = \sum P - \sum Q = 1084 - 86.9 = 997.1 = ETR$$

## RESUMEN DE RESULTADOS

Después del análisis realizado podemos concluir que el **excedente** de agua calculado con los valores promedio de la ciudad de Rosario es **35.1** milímetros, en los años 1983 y 1994 el excedente de agua de lluvia fue cero y para el año 2003 es 86.9 milímetros, es mínimo, por lo tanto no sería relevante diseñar un sistema para reutilizar esta cantidad de agua.

## DISCUSIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos con que cuenta la humanidad. Pero aunque la mayor parte de nuestro planeta está compuesto por agua, algo más que el 97% del agua que existe en nuestro planeta está en océanos y mares y es de salinidad elevada. Por consiguiente, algo menos del 3% restante es apto para el consumo humano, si bien eso no significa de modo alguno que su potabilidad esté asegurada, ya que efluentes cloacales, vertidos industriales, insumos y desechos agrícolas, actividades bélicas y precipitaciones radiactivas han ido contaminando crecientemente ríos, lagos y acuíferos, al punto de convertir este elemento esencial para la vida en un recurso escaso.

Ese 3% no está al alcance de la mano. En verdad, un 77.6% de tal agua dulce se encuentra prisionera en los glaciares, un 21.8% se halla en la profundidad de las capas freáticas. Una gran parte del agua subterránea de nuestro mundo está encerrada en formaciones rocosas profundas, fuera del alcance de la tecnología humana tradicional. Por consiguiente la humanidad dispone solo de un 0.6% de dicho 3% para satisfacer sus necesidades.

Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay se asientan sobre uno de los tres acuíferos más grandes del mundo, que cuenta con un volumen de unos 37 mil kilómetros cúbicos y abarca alrededor de 1.190.000 kilómetros cuadrados: El acuífero Guaraní. Otro acuífero más telúrico y por encima del cuál se asienta la Pampa Ondulada es el Puelches, que llega hasta el Centro de Santa Fe, Este de Córdoba y Noreste de Buenos Aires. Este acuífero nutre a la ciudad de Buenos Aires y las zonas urbanas e industriales, junto a la creciente demanda de agua en la agricultura intensiva con riego.

En el caso del Guaraní, la extracción de agua subterránea en los cuatro países tiene como destino el 69 % para la agricultura, 21 % para industrias y 10 % para consumo doméstico. El acuífero representa el 6 % del territorio argentino pero se asienta sobre ricas áreas productivas como la mesopotámica y chaco pampeano.

La creciente demanda especialmente de la agricultura y la posibilidad de contaminación por la intensificación industrial de esta, pone en atención la necesidad de identificar la posibilidad por un lado de los daños por contaminación del acuífero y por el otro, en un futuro mediato, las presiones vía el alocado sistema mundial de precios de los granos, para hacer uso del recurso natural, como fuente barata de “*agua virtual*”. (Pengue 2005).

### *Agua virtual*

El concepto de agua virtual surgió a principios de los años 90 y fue definido como la cantidad de agua por unidad de alimento que es o que podría ser consumido durante su proceso de producción (FAO, 2003), es decir utilizada o contenida en la creación de productos.

El comercio de agua virtual ha aumentado regularmente durante los últimos cuarenta años: aproximadamente el 15% del agua utilizada en el mundo se destina a la exportación en forma de agua virtual. Puesto que, a nivel global, la agricultura es el primer sector económico en cuanto al uso de agua, el intercambio de productos agrícolas constituye el elemento principal del comercio del agua virtual.

Según A.Y. Hoekstra, un experto del Instituto UNESCO-IHE:

- 67% del comercio global de agua virtual está relacionado con el comercio internacional de cultivos;
- 23% está relacionado con el comercio de ganado y productos cárnicos;
- 10% está relacionado con el comercio de productos industriales.

Durante el período 1995-1999, el trigo representó el 30% del volumen total del comercio de agua virtual dentro del sector agrícola entre los países, seguido por la soja (17%) y el arroz (15%).

Para producir un kilogramo de granos, se necesitan entre mil a dos mil kilogramos de agua, lo que equivale a alrededor de 1 a 2 m<sup>3</sup> de agua. Un Kg de queso necesita alrededor de 5.000 a 5.500 Kg de agua y uno de carne, demanda unos 16.000 kilogramos de este elemento vital (Hoekstra, 2003).

El comercio agrícola mundial puede también ser pensado como una gigantesca transferencia de agua, en forma de materias primas, desde regiones donde se la encuentra en forma relativamente abundante y a bajo costo, hacia otras donde escasea, es cara y su uso compite con otras prioridades (Pengue, 2005).

Autores	Chapagain y Hoekstra (2003)	Zimmer y Renault (2003)
Bruto Agua Virtual Importada (mil millones de m <sup>3</sup> )	2,4	3
Bruto Agua Virtual Exportada (mil millones de m <sup>3</sup> )	54,2	69
<b>Balance neto Agua Virtual (mil millones de m<sup>3</sup>)</b>	<b>- 51,8</b>	<b>- 66</b>

Tabla 10: Balance del comercio de agua virtual en la agricultura argentina Fuente: Elaboración Pengue (2005) sobre Chapagain y Hoekstra (2003) y Zimmer y Renault (2003).

Si consideramos el cultivo de soja, vemos que en el último quinquenio, ha ocupado un espacio preponderante en términos de utilización y exportación gratuita de agua virtual. Prácticamente toda la soja argentina se exporta (98 %) sea en granos, y especialmente como aceites, harinas y pellets.

La preocupación manifiesta, es por la aparición confirmada de un nuevo conflicto ecológico distributivo que tiene al agua de los países sudamericanos en su centro, pero que aún como sucede con la Argentina, se subvalúa o se considera pobremente. La deuda por nutrientes, se refuerza con esta deuda por agua virtual que no estamos evaluando aún pero que nos enfrenta a otro problema, al ocuparse no sólo espacio territorial, sino recursos acuíferos vitales para la vida y estabilidad ambiental mediata en la Argentina. (Pengue, 2005).

## CONCLUSIONES

Medidas para lograr la optimización del uso del agua en el Parque Huerta La Tablada.

- Disminuir la evaporación. Ejemplo, mantener el suelo cubierto con pasto seco.
- Establecer en el sistema cultivos que se adapten a la disponibilidad natural del agua.
- Reciclar el agua de las acequias.
- Se deben tener tantas fuentes de agua como sea posible, para no depender de una sola, pues en una función tan importante como es el abastecimiento de agua para riego de las huertas, no podemos basarlo en una sola opción, ya que si esta falla, el sistema pudiera colapsar.

En el caso de los Parques Huertas el agua proviene de una perforación subterránea, con una electrobomba sumergible que la eleva hasta el tanque de reserva, por lo tanto dependemos del suministro de *energía eléctrica*.

En general se utilizan entre 3 y 5 litros de agua/día/m<sup>2</sup> en el riego de horticultura para 14.500 m<sup>2</sup>, (superficie productiva del parque), serían 70 m<sup>3</sup> / día.

El caudal de la bomba es de 4 m<sup>3</sup> /h, para obtener 70 m<sup>3</sup> la misma debe trabajar 17.5 horas. El consumo de la bomba que es de 2 HP es 1492 W/h, por 17.5 horas es igual a 26.110 watts.

Se propone la implementación de energías renovables para el bombeo de agua, mediante la instalación de un molino de viento para el bombeo de agua con las siguientes características:

- Eje horizontal
- Sin engranaje
- Con resorte compensador
- Multipalas

Estos molinos se fabrican en la ciudad de Tostado al norte de la provincia de Santa Fe, son económicamente más eficientes, con el menor peso mecánico de los componentes se obtiene mejor aprovechamiento del viento por la menor energía utilizada para hacer girar la rueda.

El "molino de viento" es el producto que más se adapta donde se carece de infraestructura eléctrica, y con la ventaja de ser uno de los medios más económicos para la extracción de agua, no tiene mantenimiento, una duración de muchos años y satisface las mismas necesidades que ofrece cualquier otro equipo que no funciona con energía eólica.

Según las normas IRAM la velocidad media del viento en la ciudad de Rosario es de 13 km/h en invierno y 10 km/h en verano, este tipo de molino arranca a los 4 km/h, ya que son molinos muy livianos, ésta es una de las ventajas diferencial de estas máquinas.

Debemos optimizar el diseño de equipamiento en función de lograr eficiencia ambiental implementando mejoras en las condiciones generales de la producción, lo que potencia las ventajas de la Agricultura Urbana.

Por lo tanto se propone el uso racional de energía, el empleo de energías renovables para el funcionamiento del Parque y la disminución del costo energético y ambiental de los materiales de construcción. Esto implica el ahorro en la utilización de energías convencionales, optimizar el uso de agua sin sacrificar condiciones de confort y habitabilidad.

## **ABSTRACT**

The general objective of this work is to carry out to specific and partial contribution, to palliate the unsustainability of the current urban system. The specific objective is to propose some design rules and of operation to optimize the use of the water in the Park Vegetable garden The Tablada of Rosario's city. One carries out the analysis of the real and potential evapotranspiration applying the formulate of Thornthwaite, to calculate the quantity of water surplus in the Park Vegetable garden and to see the reused possibility. In this study the values climatic average, and the values of the years 1983, 1994 and 2003 were used. The results were in the years 1983 and 1994 the surplus of rain water was zero and for the year 2003, although it was equally a rainy year the surplus it is minimum as to design a system of reused of the water. We concluded with a proposal of measures to obtain the optimization of the use of the water in the Park Vegetable garden the Tablada and the possible implementation of alternative energies for the water pumping.

**Keywords:** optimization, water, evapotranspiration, energy,

## **BIBLIOGRAFÍA**

Cruz Maria Caridad; Sánchez Medina Roberto. (2001). Agricultura y ciudad. Una clave para la sustentabilidad. Fundación Antonio Nuñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre. Águila Red latinoamericana de Investigaciones en Agricultura Urbana. La Habana. Cuba.

Fernandez, Roberto. (2000). La ciudad verde. Teoría de la gestión ambiental urbana. 1ª edición. pp. 517. Espacio Editorial. Buenos Aires. Argentina.

Girardet, Herbert. (2001). Creando ciudades sostenibles. 1 edición pp.109. Ediciones Tilde S.L. Valencia. España.

Hoekstra, A. Y. et al. Virtual Water Trade. Proceedings of the international meeting on virtual water trade. Value of water research report series N° 12. IHE Delft. The Netherlands, 2003.

Leff, Enrique. (1998). Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder.- 1º ed. Pp. 276. Siglo XXI, México.

Orsolini, Zimmermann. Basile. (2000). Hidrología. Procesos y Métodos. 1º ed. UNR Editora. Rosario.

Pengue Walter A. (2005). Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente? Red de Formación Ambiental del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N° 9 (México y Buenos Aires).

## **BIBLIOGRAFÍA SECUNDARIA**

Naredo, José Manuel. (1996) "Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla", en Ciudades para un futuro más sostenible, Hábitat II, Ministerio de Fomento, Madrid, España.

Di Bernardo, Elio. (2005). "Indagaciones sobre el problema de la Arquitectura Sustentable. Precisiones sobre los flujos de energía, materia e información. Optimización ambiental de los mismos". (Tesis doctoral inédita). Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño.