

TITULO **ESTIMACION PREVIA DE SUPERFICIES DE
OCUPACION DE ESTACIONES
DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES
URBANAS.**

AUTOR/ES Suárez, J.; Sánchez, C.; Izquierdo, J.M.; Tejero, I.
Equipo de Calidad de Aguas.
Dpto. de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente.
Universidad de Cantabria.
E.T.S. Ing. de Caminos . Avda. Los Castros, s/n.
39005 SANTANDER.

RESUMEN-PALABRAS CLAVE

La necesidad de estimar la superficie de ocupación de las instalaciones de depuración de aguas residuales resulta imprescindible en cualquier estudio previo de un plan de saneamiento. Las dificultades aumentan si la disponibilidad de emplazamientos es limitada, como sucede en el caso de tramas urbanas consolidadas, especialmente tratándose de zonas litorales.

Las estrategias de depuración elegidas condicionarán el tamaño de las plantas de depuración y el dimensionamiento de las diferentes etapas. Un nuevo elemento que se debe incluir en el diseño de actuaciones globales de saneamiento es el sistema de control y tratamiento de reboses para aguas de tormenta (SCTR, en inglés CSO).

Las nuevas exigencias sociales han determinado el diseño de las plantas depuradoras bajo el criterio de minimización de impacto ambiental. Las nuevas soluciones (estaciones de tratamiento enterradas, subterráneas, integradas en el casco urbano, adecuación arquitectónica y paisajística, aprovechamiento final multifunción, como zonas verdes, zonas deportivas, etc.) pueden exigir procesos de tratamiento específicos y técnicas avanzadas.

Se han estudiado cuarenta depuradoras de diversas características para elaborar curvas de ajuste de superficies de ocupación y la estimación de áreas necesarias para cada etapa del proceso de depuración. Estas curvas son una herramienta eficaz para la fase de prediseño.

Asimismo, el empleo de programación en el diseño de las líneas de depuración permite agilizar los procesos de estudio.

Se ha realizado una estimación de las superficies de ocupación de soluciones de depuración convencionales, convencionales compactas y compactas avanzadas para más de 50.000 habitantes equivalentes, y elaborado herramientas de "software" para su cálculo en prediseño. Se ha profundizado en los nuevos criterios con los que se empieza a diseñar la depuración compacta para grandes poblaciones.

Palabras clave: Depuradoras de aguas residuales; superficie de ocupación; reboses; depuración compacta;.

PROBLEMÁTICA GENERAL DE LA IMPLANTACIÓN DE UNA E.D.A.R.

La aparición de nueva legislación y la presión social sobre las Administraciones han incrementado de forma significativa la urgencia para la implantación de estaciones depuradoras de aguas residuales (E.D.A.R.). Tradicionalmente, para la instalación de una depuradora convencional, la superficie de ocupación no ha sido uno de los factores decisivos ni en la elección del emplazamiento, ni en la selección de la línea de tratamiento. Esta última venía más condicionada por los costes de construcción y mantenimiento y por la eficacia del sistema elegido para el cumplimiento de las normas de vertido vigentes.

Para la localización de las E.D.A.R. se prefieren zonas no urbanas, alejadas de los núcleos de población o de agrupaciones de viviendas con el fin de evitar las posibles molestias a que dieran lugar. La selección óptima de la ubicación implica, en un caso general, el estudio de la geología, hidrología, vegetación, fauna, medio socioeconómico, tipificación ecológica del territorio, análisis de los posibles impactos, estudio de los factores ambientales (ruido, olores, aerosoles, riesgos, paisajes, vertidos, población sometida a impacto, transporte inducido, etc.), el estudio de los factores económicos, el estudio de los factores legales y la selección de alternativas [1]. Esta visión más completa y compleja, ha provocado la necesidad de estudios más profundos previos a la implantación de depuradoras.

El problema se agrava cuando se parte de una fuerte limitación en el espacio disponible. Esto suele ocurrir en las zonas litorales. Frente a la necesidad de depurar para proteger el medio marino, se dan múltiples inconvenientes para la localización del emplazamiento óptimo: elevadas densidades de población, aprovechamiento turístico de las costas, interés paisajístico y ecológico, dificultades impuestas por la topografía, rechazo social generalizado a este tipo de instalaciones, etc.

La mejora de la situación actual implica una optimización tanto en la selección de la ubicación, como en la de las líneas de tratamiento y su relación con el entorno, todo ello contemplado de forma integrada.

En el presente artículo se hará una revisión de las técnicas de estimación de las superficies de implantación de diferentes E.D.A.R.

HERRAMIENTAS PARA LA ESTIMACIÓN PREVIA DE SUPERFICIES.

Se pueden utilizar dos métodos para la estimación de las superficies de implantación necesarias: la utilización de funciones o curvas de ajuste, y la elaboración de un *software* de prediseño.

Las funciones que se utilizan para estos ajustes son de tipo potencial ($y=a.x^b$), donde "y" es la superficie estimada; "x" una variable característica del efluente a tratar (población equivalente, caudal de tratamiento, etc.); y a y b son constantes empíricas. Estas estimaciones, de tipo inductivo, elaboradas a partir de datos reales de plantas ya construidas, son de naturaleza genérica.

Las estimaciones deductivas, generadas a partir del prediseño de las diferentes etapas de un proceso, y su posterior implantación mediante esquemas simplificados, sin entrar en un diseño detallado del proceso, son también herramientas válidas. La elaboración de un *software* de prediseño agiliza el proceso y permite la reconsideración, de forma rápida y sencilla, de los parámetros de diseño.

En el presente estudio las E.D.A.R. se han clasificado en tres grupos según su área de implantación: depuradoras convencionales, depuradoras convencionales-compactas y depuradoras compactas. Se han denominado depuradoras convencionales aquellas que se construyen según formas y procesos clásicos (decantadores circulares, zonas verdes y viales sin restricciones), y que responden a situaciones en las que no hay problemas de espacio. Por depuradora convencional-compacta se entienden aquellas que por escasez en el espacio disponible recurren a formas de planta rectangular (p.e., decantadores rectangulares) adosándolas entre sí, pero manteniendo los procesos de depuración clásicos. Por último, dentro de la categoría de depuradoras compactas se incluyen aquellas en las que se intenta reducir al mínimo el área necesaria utilizando tratamientos muy específicos y técnicas avanzadas.

FUNCIONES O CURVAS YA EXISTENTES EN LA LITERATURA.

Hernández Muñoz [2] y López de Velasco [3] han elaborado curvas del tipo anteriormente definido trabajando con datos de superficies.

Hernández Muñoz proporciona una banda de valores de superficies necesarias para la instalación de una estación depuradora con tratamiento previo y biológico (Gráfica 1). Fija unos valores mínimos, medios y máximos que expresa mediante la función:

$$A = c \cdot n^{0.8}$$

en donde "n" es la población de diseño, expresada en miles de habitantes; "A" es la superficie necesaria en hectáreas, y "c" es un coeficiente que oscila entre 0.030 y 0.060, siendo el valor medio empleado por el autor de 0.045.

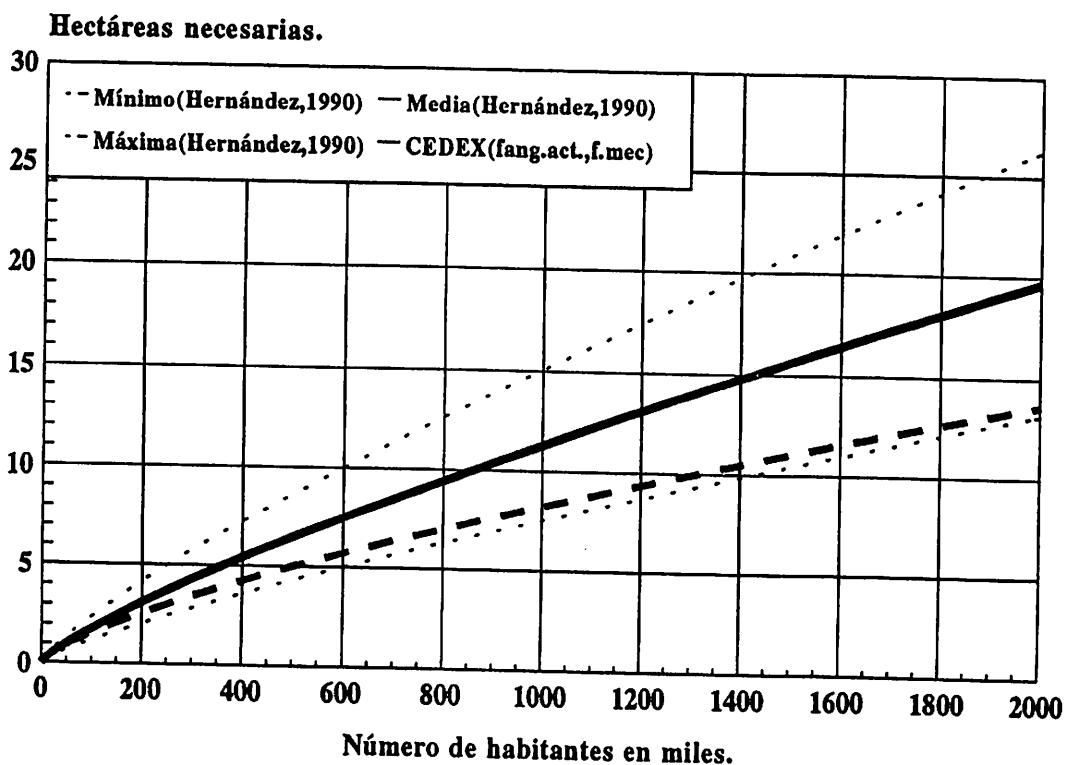
Estas tres curvas van a utilizarse como referencia durante todo el estudio. (Gráfica 1).

Asimismo, de la información suministrada por el CEDEX también se obtiene una curva de superficies necesarias para los procesos convencionales. Al analizar estos datos se observa que confirman los de ocupación mínima suministrados por Hernández, (Gráfica 1).

:

SUPERFICIE NECESARIA PARA DEPURACION

HERNANDEZ,A. (1990) Y CEDEX (1989) para >50000 equi-hab.



GRAFICA 1

AJUSTE DE CURVAS A LOS DATOS OBTENIDOS DE DEPURADORAS EXISTENTES.

Recopilada una cierta información sobre depuradoras existentes, se procedió a resumir los datos principales sobre implantación y tipos de proceso, (Tablas I, II, III y IV). La Tabla IV corresponde a depuradoras compactas, mientras las tres restantes se refieren a depuradoras convencionales (las abreviaturas utilizadas para definir las etapas se explican en la Tabla V).

● Depuración convencional.

Se ha preferido escalonar en tramos las curvas de ajuste en función de los habitantes servidos, ya que hay variaciones en las líneas de tratamiento, sobre todo por lo que respecta a la de fangos (Gráfica 2). Ninguna de las dos curvas se sale de la banda definida por Hernández [2]. En la parte inferior de las Tablas aparece la expresión que se obtiene de realizar el ajuste a una función potencial.

Se aprecia una gran dispersión de los datos registrados (Gráfica 2), aunque sus curvas de ajuste se encuentran dentro de nuestra banda de referencia. Muchos de los datos, considerados aisladamente, superan la superficie teórica, pero ninguno de ellos queda por debajo de los valores mínimos de ocupación.

III Congreso de Ingeniería Ambiental - Proma'93 - BILBAO

TABLA I

	POBLACION	AREA(Ha)	Q MEDIO (m3/s)	ESTACION DEPURADORA	LINEA DE TRATAMIENTO
1	9.000	0.5	0.06	HOYO DE MANZANARES(MADRID)	PT-AP-D2-EFG-ES
2	12.200	0.2	0.04	MUSKIZ(VIZCAYA)	P-AP-D2-EFF-C1
3	13.000	0.6	0.03	RIOSEQUILLO(MADRID)	FQ-D1-Proceso ORBAL-D2-EFG-DM
4	15.600	0.5	0.028	ASPE(ALICANTE)	PT-D1-FA-D2-EFG-EAF-ES-C1
5	22.000	1.0	0.046	CREVILLENTE	PT-D1-FA-D2-EFG-EAF-DM-C1
6	25.000	0.63	0.05	CAPDEPERA(BALEARES)	PT-FA-D2-EFG-EAF-C1-LG
7	25.000	1.9	0.07	SAN AGUSTIN GUADALIX	PT-D1-FA-EAF-EFG-DM
8	30.000	0.4	0.10	GUERNICA(VIZCAYA)	PT-D1-FA-D2-DG2-ES
9	37.000	1.5	0.128	FIGUERES	PT-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM-C1
10	40.000	1.5	0.07	PATERNA(VALENCIA)	PT-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM-C1
11	40.000	1.0	0.07	TORREVIEJA(ALICANTE)	PT-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM-C1
12	49.500	1.0	0.073	LA POVEDA (MADRID)	PT-FQ-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM
13	56.000	1.9	0.162	SANTILLANA(MADRID)	PT-FQ-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM
14	92.000	1.5	0.23	ROSAS (GERONA)	PT-D1-FA-D2-EAF-ES-C1-V.mar
15	100.000	1.9	0.03	RANILLA (SEVILLA)	PT-D1-FA-D2-EFG-DG1-DG2-DM-C1
$A(Ha) = 0.083 P^{0.7}$					

TABLA II

	POBLACION	AREA(Ha)	Q MEDIO (m3/s)	ESTACION DEPURADORA	LINEA DE TRATAMIENTO
16	101.000	1.8	0.4	LA ALMOZARA (ZARAGOZA)	PT-D1-FA-D2-EFG-DG1-DG2-DM-C1
17	109.000	5.4	0.5	BAIÑA (ASTURIAS)	PT-D1-FA-D2-EFF-DG1-DG2-DM
18	125.000	1.5	0.4	REUS (TARRAGONA)	PT-D1-FA-D2-DG1-DG2-DM-C1
19	125.000	3.0	0.4	VALDEBEBAS (MADRID)	PT-D1-FA-D2-EFG-EFG-DG1-DG2-DM-C1
20	126.000	6.0	0.6	FRIERES (ASTURIAS)	PT-FQ-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM
21	166.000	3.3	0.38	PALAMOS (GERONA)	PT-D1-FA-D2-EFG-EFF-DG-EAF-DM-C1-emis
22	175.000	3.5	0.4	S. FELIU GUIXOLS	PT-D1-FA-D2-EAF-EFG-DM-C1
23	190.000	7.0	0.65	ALCALA INDUSTRIAL	PT-FQ-D1-FA-D2-EFG-DM-I
24	450.000	12.0	3.12	BOLONIA (ITALIA)	PT-D1-FA-D2-EF-DM-I-C1
25	500.000	5.0	1.16	BURGOS	PT-D1-FA-D2-EFG-DG1-DG2-DM-C1
$A(Ha) = 0.267 P^{0.5}$					

TABLA III

	POBLACION	AREA(Ha)	Q MEDIO (m3/s)	ESTACION DEPURADORA	LINEA DE TRATAMIENTO
26	700.000	5.0	2.18	VIVEROS VILLA (MADRID)	PT-D1-FA-D2-EFF-DG1-DG2-DM-C1
27	750.000	15.0	3.2	BUTARQUE (MADRID)	PT-D1-FA-D2-EFF-DG1-DG2-DM-C1
28	1.000.000	10.0	3.3	LA CHINA (MADRID)	PT-D1-FA-D2-EFF-DG1-DG2-DM-C1
29	1.800.000	13.5	6.0	SUR (MADRID)	Balsa-PT-D1-FA-D2-EFF-DG1-DG2-DM-C1
$A(Ha) = 0.084 P^{0.71}$					

TABLA IV

	POBLACION	AREA(Ha)	Q MEDIO (m3/s)	ESTACION DEPURADORA	LINEA DE TRATAMIENTO
30	40.000	0,20	0,1	SOISSONS	PT-D1-BFA-EFG-DM
31	50.000	0,20	0,11	LA CIOTAT(FRANCIA)	PT-FQ-DL-EFG-DM
32	90.000	0,40	0,15	CUCQ(FRANCIA)	PT-DL-BFA-C1-EFG-DM
33	100.000	0,30	-	MONACO	-
34	100.000	0,35	0,3	IBIZA	PT-FQ-DL-BFA-EFG-DM
35	172.000	0,50	0,94	ANTIBES(FRANCIA)	PT-FQ-DL-BFA-EFG-DM-O3-ver.mar
36	300.000	1,20	1	BARCELONA(Bogatell)	PT-FA-DL-FQ-SF-C1
37	1.300.000	4,50	3	ZARAGOZA	PT-DL-FA-DL-EF-C1-DM-I
38	1.800.000	3,00	3,6	MARSELLA	PT-D1-FQ-DL-fangos fuera
$A(Ha) = 0.01 P^{0.62}$ (sin Mónaco y sin Marsella).					

III Congreso de Ingeniería Ambiental - Proma'93 - BILBAO

SUPERFICIE NECESARIA PARA DEPURACION

HERNANDEZ,A. (1990), TODAS LAS E.D.A.R. CONVENCIONALES Y DOS AJUSTES POR TRAMOS DE CONVENCIONALES.

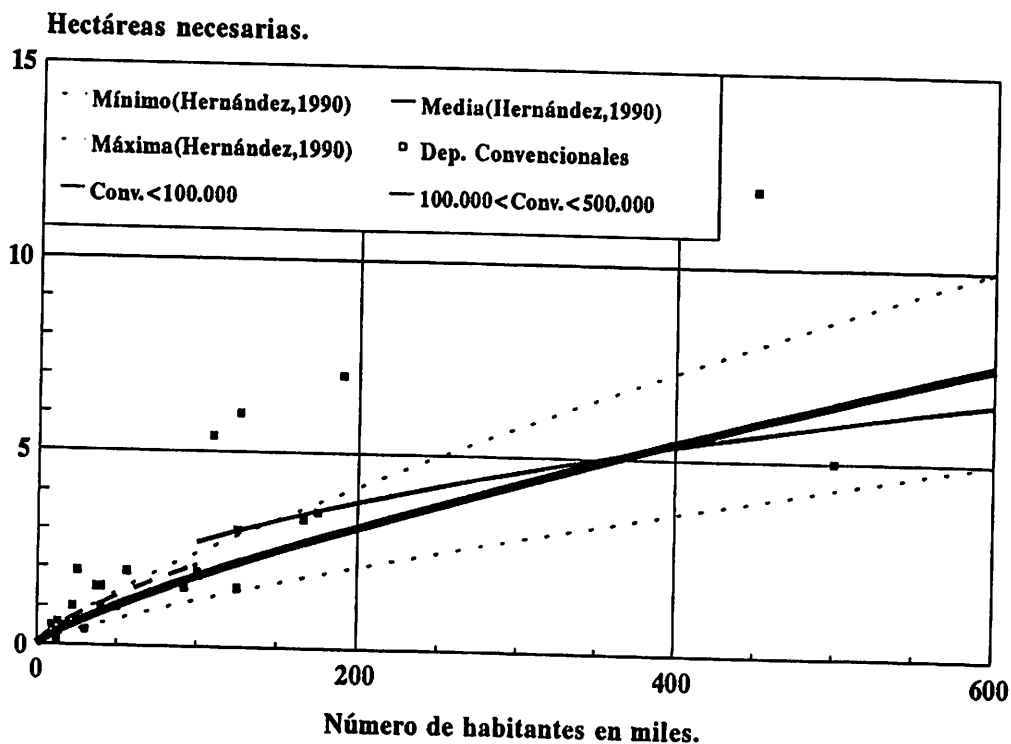


GRAFICO 2

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LINEA DE TRATAMIENTO	
AP	AERACION PROLONGADA
BFA	BIOFILTROS
CL	CLORACION
D1	DECANTACION PRIMARIA
D2	DECANTACION SECUNDARIA
DG1	DIGESTOR PRIMARIO
DG2	DIGESTOR SECUNDARIO
DL	DECANTADOR LAMELAR
DM	DESHIDRATACION MECANICA
EAF	ESTABILIZACION AEROBIA DE FANGOS
EFF	ESPESADO POR FLOTACION DE FANGOS
EFG	ESPESADO DE FANGOS POR GRAVEDAD
ES	ERAS DE SECADO
FQ	FISICO QUIMICO
I	INCINERACION
LG	LAGUNAJE
PT	PRETRATAMIENTO
SF	SEPARADOR DE FANGOS POR FLOTACION

TABLA V

En un análisis posterior se ha procedido a tratar los datos agrupándolos según su procedencia. Así se establecieron dos subagrupaciones con los procedentes de SEAR,S.A. y los del Canal de Isabel II, buscando tendencias particulares en la dotación de superficies para la construcción de sus E.D.A.R. (Gráficas 3 y 4).

SUPERFICIE NECESARIA PARA DEPURACION

HERNANDEZ,A. (1990),CURVA S.E.A.R. Y TODAS LAS E.D.A.R. CONVENCIONALES.

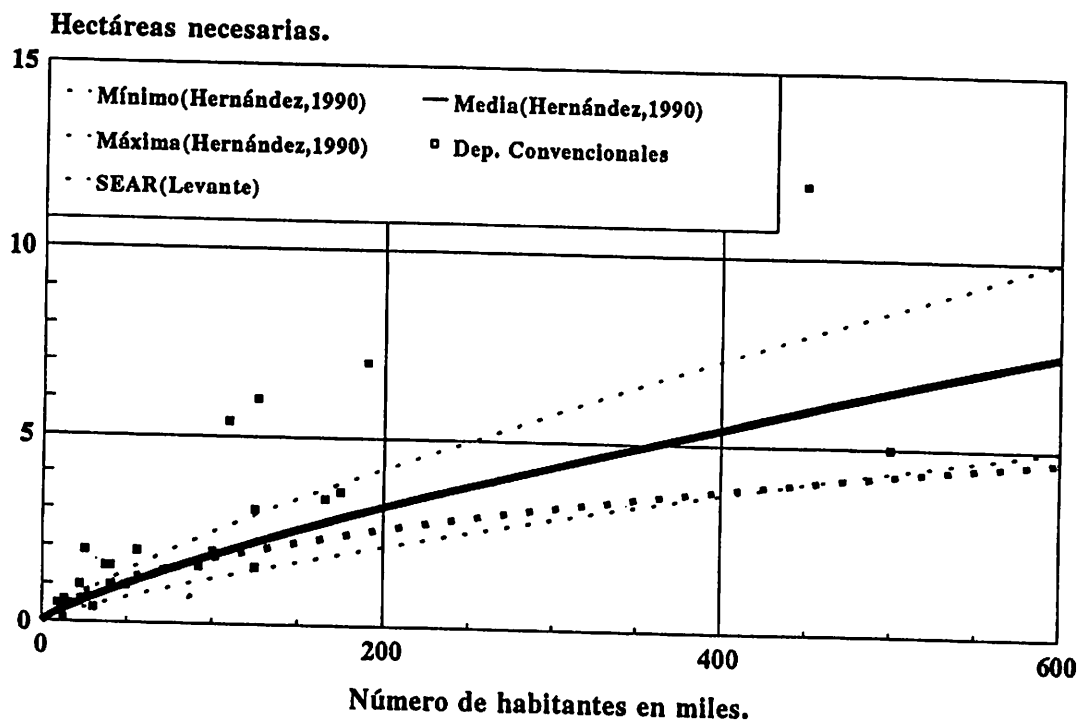
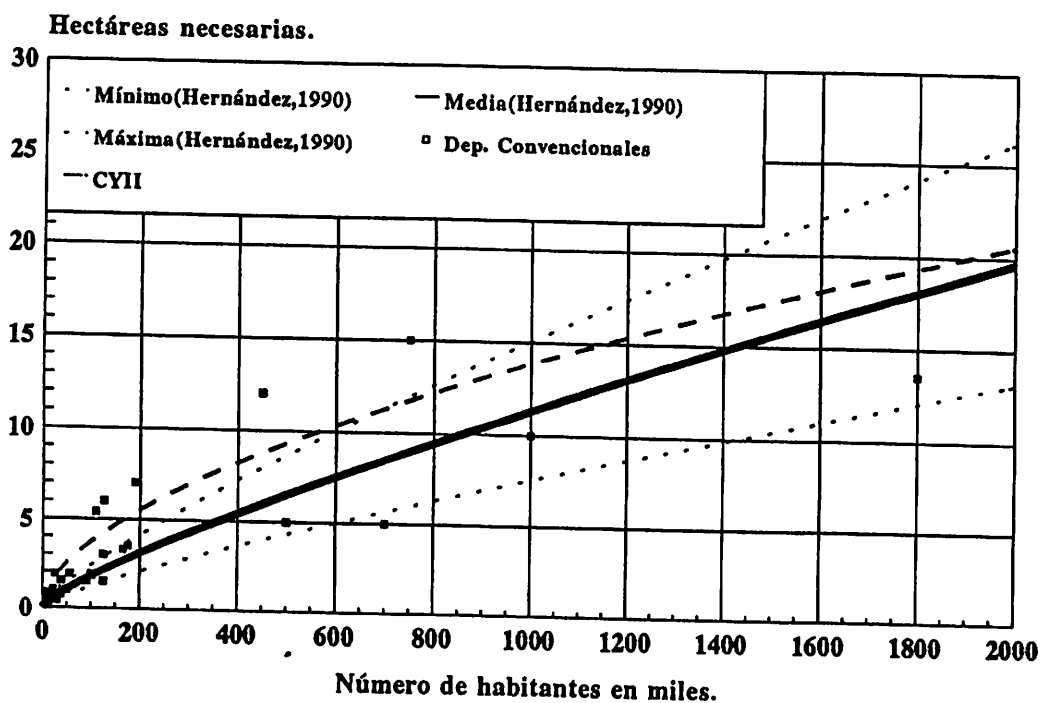


GRAFICO 3

SUPERFICIE NECESARIA PARA DEPURACION

HERNANDEZ,A. (1990),CURVA CANAL ISABEL II Y TODAS LAS E.D.A.R. CONVENCIONALES.



GRAFICA 4

III Congreso de Ingeniería Ambiental - Proma'93 - BILBAO

La curva de los datos de SEAR.S.A. queda insertada en la banda teórica. Para poblaciones superiores a los 300.000 habitantes se aproxima al mínimo teórico de ocupación. Debe tenerse en cuenta que todas estas depuradoras se localizan en pequeñas y medianas comunidades de las costas catalana y levantina.

Los datos del Canal de Isabel II se adaptan a la banda teórica en el caso de depuradoras de más de 700.000 habitantes, quedando las de menores poblaciones por encima de la máxima teórica (Gráfica 4). Las causas son variadas: superficie prevista para ampliaciones, ajardinamientos, empleo de eras de secado, etc.

● Depuradoras compactas

Un sistema de depuración compacto busca la máxima reducción en la superficie ocupada por la planta, actuando sobre cada una de las etapas del tratamiento. La adopción de nuevas tecnologías permite optar por soluciones compactas y eficaces.

Las tendencias generales en cuanto a compactación de las estaciones depuradoras de aguas residuales son:

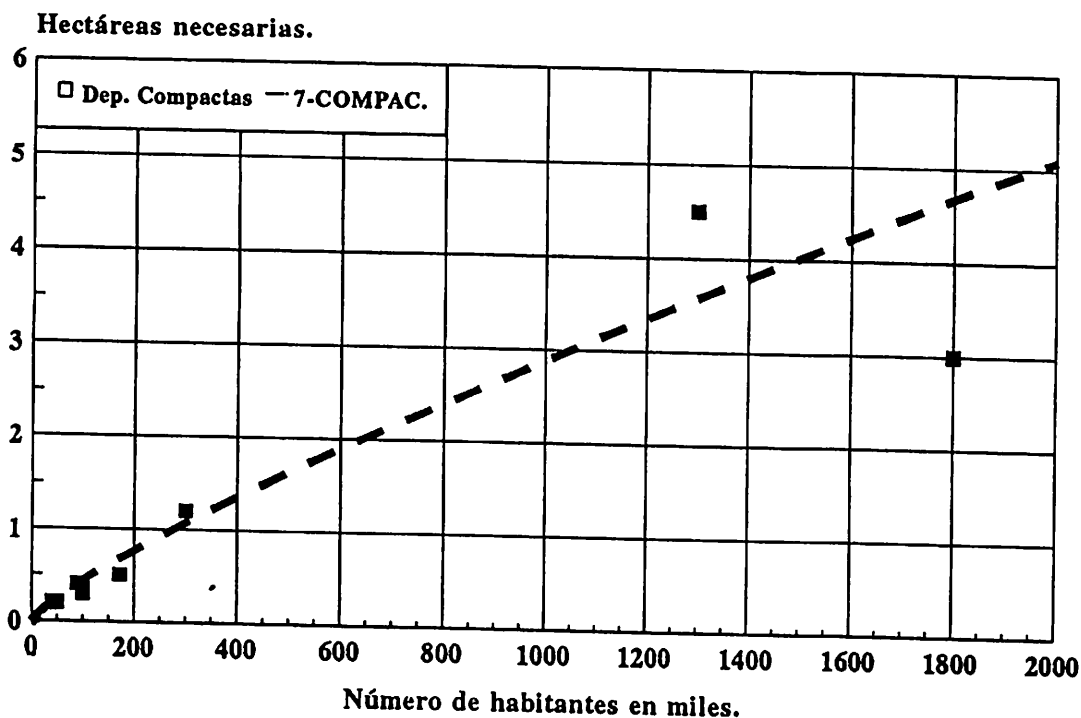
- la sustitución de formas circulares por rectangulares, fácilmente modulables y más flexibles en cuanto a su disposición;
- el empleo de decantadores lamelares que reducen de forma notable las necesidades de espacio para su implantación, mejorando el rendimiento;
- la supresión de la decantación secundaria mediante el empleo de tratamientos biológicos en medios filtrantes;
- el aumento de los calados de los tanques y balsas;
- el empleo de multidecantadores;
- la construcción en pisos de la E.D.A.R.
- la máxima simplificación en la línea de fangos, o su implantación en otro lugar;

Del mismo modo que se procedió con las convencionales, se efectuó una revisión de los datos disponibles sobre depuradoras compactas realizándose el correspondiente ajuste (Gráfica 5).

En la zona inferior del ajuste, para poblaciones inferiores a los 200.000 habitantes, no hay gran dispersión de los datos. Sin embargo, en la zona alta de la curva aparecen dos puntos notablemente desviados. El punto correspondiente a 1.300.000 habitantes representa la E.D.A.R. de Zaragoza, actualmente en construcción. Esta depuradora comprende un tratamiento compacto completo tanto de agua como de fangos, con una superficie estricta de ocupación de 3.5 Ha. y una ocupación real de 4.5 Ha. El punto extremo de 1.800.000 habitantes corresponde a la depuradora de aguas residuales urbanas de Marsella en la que no existe tratamiento biológico ni línea de fangos.

Queda patente la considerable reducción de superficie necesaria que es posible lograr empleando un sistema compacto de tratamiento de las aguas residuales. Puede alcanzarse una reducción media del 50% sobre la mínima teórica convencional, e incluso superior si se decide minimizar o prescindir, por ejemplo, de la línea de fangos.

**SUPERFICIE NECESARIA PARA DEPURACION
E.D.A.R. COMPACTAS Y CURVA DE AJUSTE**



GRAFICA 5

CONSIDERACIONES SOBRE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y TRATAMIENTO DE REBOSES.

Tradicionalmente la línea de depuración se ha venido diseñando para tiempo seco. Los fenómenos de rebose en la red de alcantarillado o los vertidos del aliviadero de entrada a la depuradora en situaciones de aguacero no se han considerado. Pero los nuevos criterios respecto a la calidad del agua y a su mantenimiento, tanto en tiempo seco como en tiempo de lluvia, han hecho necesario un replanteamiento acerca de la permisibilidad de los vertidos considerados "diluidos" por la lluvia.

Se ha comprobado que, en general, el agua de lluvia recogida durante los primeros 10-15 minutos de la precipitación tiene el mismo nivel de contaminación que un agua residual de tipo medio, no siendo detectables los efectos de la dilución hasta pasados 20 ó 30 minutos.

Hasta ahora, en los cálculos para la estimación del área de una E.D.A.R. no se ha incluido como superficie necesaria para depuración un sistema de control y tratamiento de reboses (S.C.T.R.). El planteamiento básico del sistema de tratamiento de reboses sería que el agua de cierta contaminación residual que acceda al área de la depuradora sea tratada antes de su vertido. Esta garantía, lógicamente, supone un incremento en la superficie necesaria para la implantación de la estación depuradora.

UTILIZACIÓN DE PROGRAMAS DE PREDISEÑO DE DEPURADORAS.

Para el prediseño de depuradoras orientado hacia la estimación de superficies de ocupación se ha procedido a elaborar un programa de diseño de las principales etapas de las líneas de agua y de fango.

Una vez establecidos los caudales de diseño y los habitantes-equivalentes se fijan los factores punta que limitarán los caudales en cada etapa de tratamiento, es decir, se modula la depuradora para el tratamiento de reboses en pretratamiento y en tratamiento primario.

Como se ha comentado en párrafos anteriores, se han establecido tres posibles escalones de diseño de planta en cuanto a área de ocupación. En la línea convencional se han considerado una decantación primaria convencional con depósitos circulares, unos fangos activos y una decantación secundaria convencional con depósitos circulares. La línea denominada convencional-compacta se ha considerado compuesta por una decantación primaria convencional con depósitos rectangulares, un proceso de fangos activos y una decantación secundaria convencional, también con depósitos rectangulares. En la línea compacta de depuración se considera un tratamiento físico-químico (coagulación-floculación), una decantación lamelar y tratamiento biológico consistente en lechos biológicos aireados sumergidos. Todas las líneas constan además de una obra de llegada, desbaste grueso, fino, tamizado y desarenado-desengrasado.

Para la línea de fangos el programa realiza el prediseño de un proceso anaerobio de digestión, con espesadores por gravedad y por flotación, digestión primaria y secundaria, depósito de almacenamiento y deshidratación. También se consideran soluciones compactas mediante deshidratación-incineración o estabilización con cal.

A todas las posibles líneas se les añade un espacio destinado a talleres, oficinas y edificio de soplantes.

La implantación de los diferentes elementos se realiza conforme a unos criterios de carácter general que condicionan la ordenación en planta. Se establecen espesores para muros en general, distancia entre elementos de la misma etapa, distancia entre elementos de distinta etapa, anchura de viales y distancia entre estos a muros y a borde de parcela, etc. También se tienen en cuenta particularidades de algunos procesos, como canales de reparto para decantadores, galerías para tuberías de distribución en los lechos biológicos sumergidos, y holguras en los decantadores lamelares, etc.

Las dimensiones de los elementos diseñados, junto con la aplicación de los criterios antes descritos, permiten obtener plantas simplificadas de una E.D.A.R. según las categorías establecidas (Figura 1).

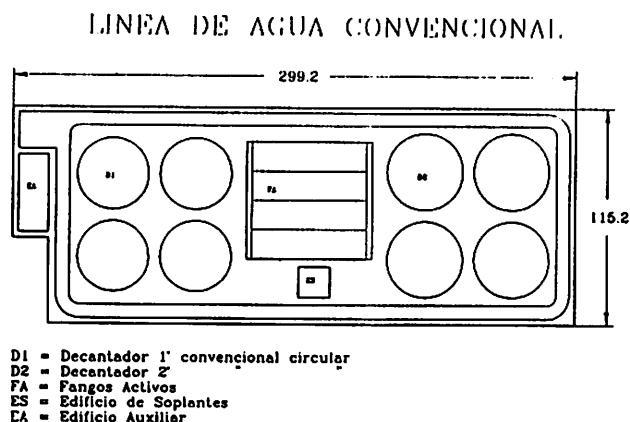
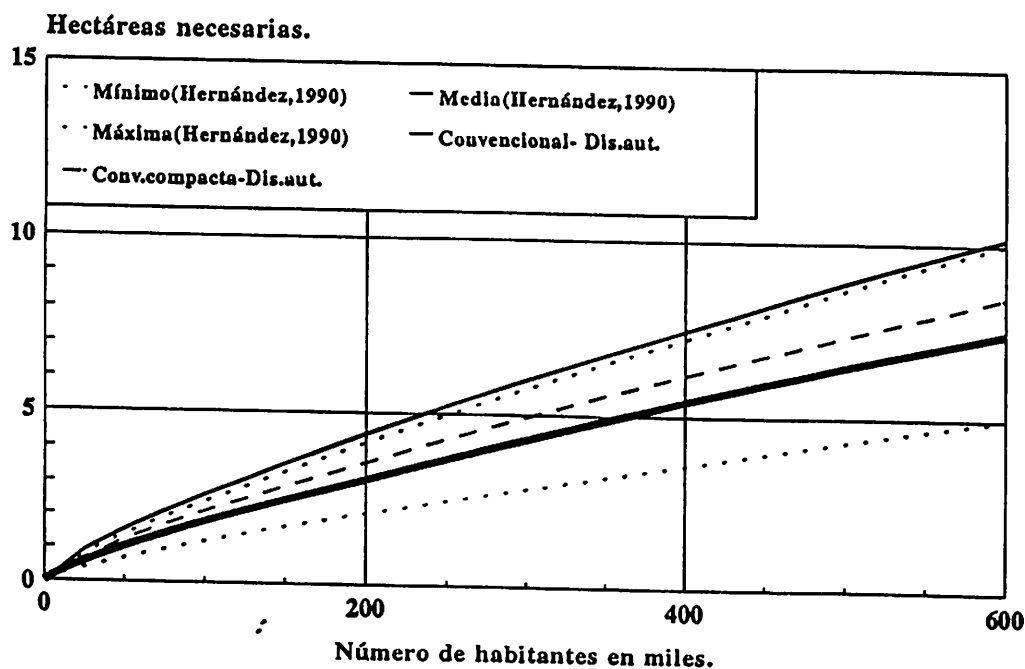


FIGURA 1

Con el programa elaborado se realizaron seis diseños, con diferentes poblaciones, variando en un rango entre 50.000 y 575.000 habitantes equivalentes. Se realizó su implantación y se obtuvieron las áreas de ocupación de cada tipo de solución. A los valores obtenidos se les realizaron varios ajustes con funciones potenciales. Las expresiones resultantes fueron las siguientes:

Ajustes	sólo línea agua	lín.agua+lín. fango
Convencional	$A(Ha)=0.0772 \cdot P^{0.7634}$	$A(Ha)=0.1242 \cdot P^{0.715}$
Convencional-compacta.	$A(Ha)=0.0574 \cdot P^{0.7812}$	$A(Ha)=0.1204 \cdot P^{0.696}$
Compacta	$A(Ha)=0.0158 \cdot P^{0.8320}$	---

SUPERFICIE NECESARIA PARA TRATAMIENTO PREVIO Y BIOLOGICO
CURVAS DE HERNANDEZ,A. (1990) Y AJUSTE DE LOS DISEÑOS CON SOFTWARE ELABORADO.



GRAFICA 6

III Congreso de Ingeniería Ambiental - Proma'93 - BILBAO

Se comparan las curvas obtenidas de los ajustes de las líneas de agua en E.D.A.R. (Gráfica 6) convencionales y convencionales - compactas con las propuestas por Hernández [1]. La curva elaborada sobrepasa por muy poco al máximo propuesto. La convencional compacta supera a la curva media que utilizamos de comparación. Hay que comentar que en las soluciones "prediseñadas" se ha considerado la existencia de S.C.T.R. No obstante, se confirma la curva de máximos para diseño tradicional de depuradoras. En cuanto a las convencionales compactas parece deducirse que la verdadera reducción de espacio se consigue ajustando al máximo los parámetros de diseño y no con variaciones en la geometría.

PUNTOS DE TODAS LAS E.D.A.R. CONVENCIONALES Y DOS AJUSTES POR TRAMOS. ENVOLVENTES MAXIMA Y MINIMA. CURVAS DE AJUSTES A LOS DISEÑOS PROPIOS AÑADIENDO LINEA DE FANGOS. CONVENCIONALES Y CONV-COMPACTAS

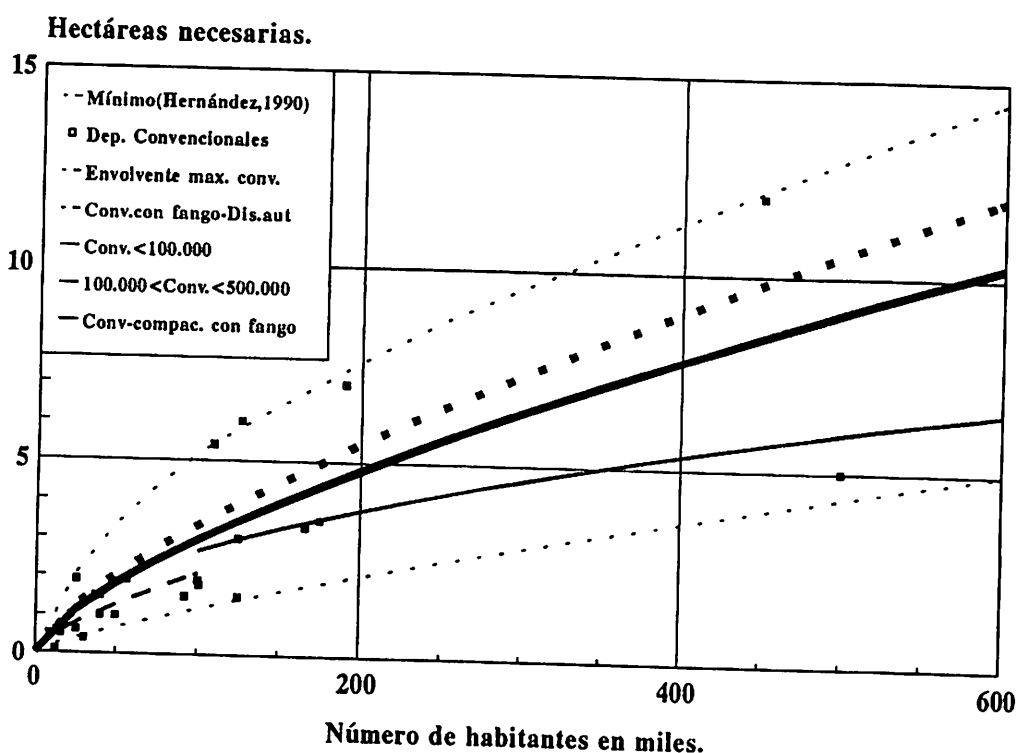


GRAFICO 7

Los ajustes realizados a las E.D.A.R. convencionales y las convencionales compactas, incluyendo ya en éstas las líneas de fangos, se comparan con las gráficas comentadas anteriormente y con la envoltente de máximo (Gráfica 7).

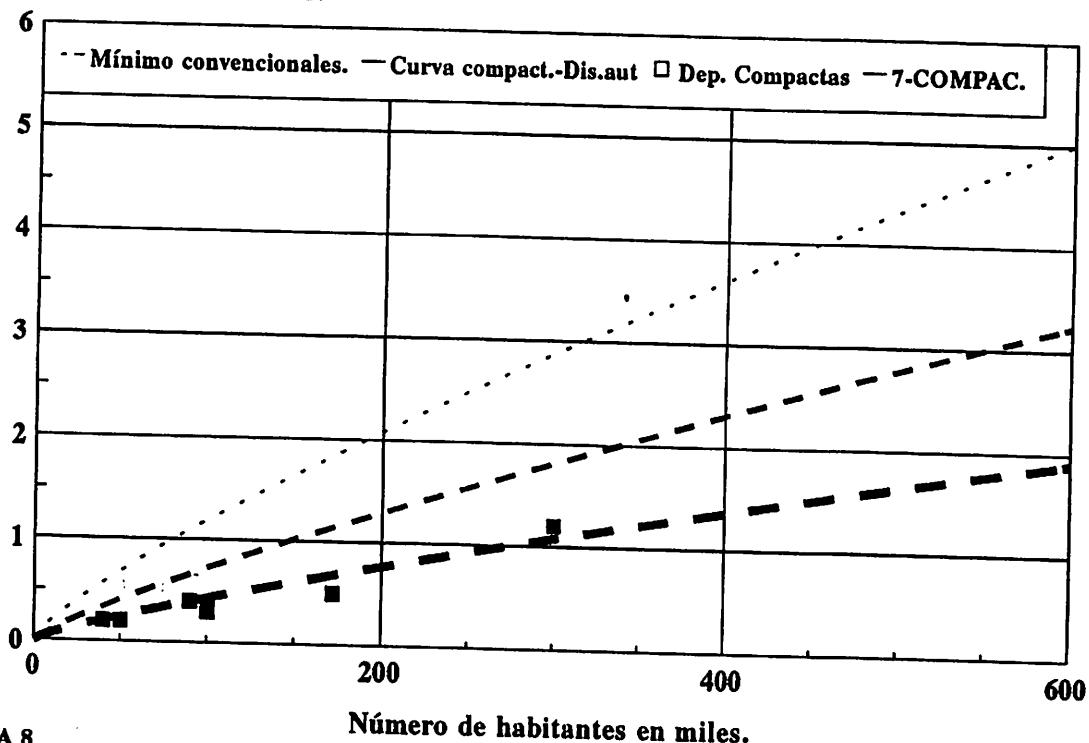
En los diseños realizados para depuradoras compactas sin tratamiento de fangos se puede ver (Gráfica 8) que el último ajuste elaborado parece venir a confirmar el hecho de que se puede reducir el espacio de una E.D.A.R. convencional mínima a un 50-60%, y que si se eliminan los viales en el contorno se puede alcanzar el 30-40%.

III Congreso de Ingeniería Ambiental - Proma'93 - BILBAO

SUPERFICIE NECESARIA PARA DEPURACION

PUNTOS E.D.A.R. COMPACTAS Y SU CURVA DE AJUSTE. CURVA DE AJUSTE DE LOS AUTORES. MINIMO CONVENCIONAL.

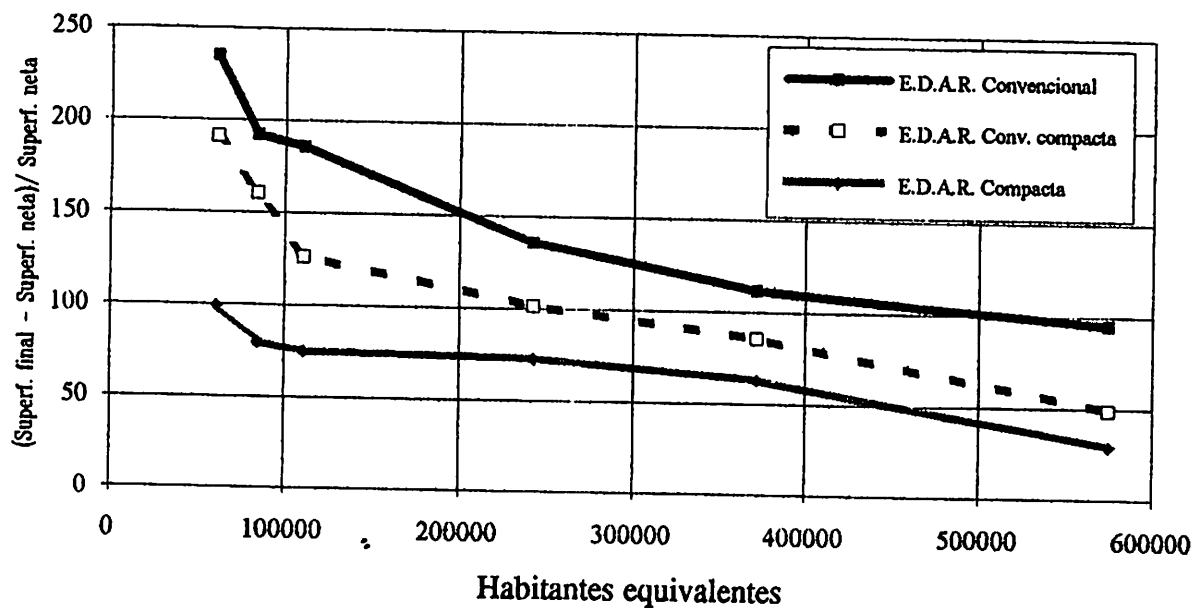
Hectáreas necesarias.



GRAFICA 8

Del estudio de todas las plantas elaboradas se puede hacer una pequeña comparación de los espacios muertos, no de proceso, que son necesarios en una E.D.A.R. Si denominamos área neta a la de proceso y bruta a la de implantación final, podemos elaborar curvas que relacionen la población servida con el espacio necesario extra sobre el neto (Gráfica 9).

Porcentaje de superficie extra a añadir sobre la neta de proceso.



GRAFICA 9

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Se han obtenido y revisado curvas y funciones empíricas que permiten estimar la superficie de ocupación de una E.D.A.R., deduciendo nuevas funciones utilizables de cara a estudios de planificación.

Además se ha creado una herramienta informática que permite hacer la misma estimación anterior pero de una forma más racional, en la que las distintas consideraciones de diseño (por ejemplo, las superficies de control y tratamiento de reboses) quedan reflejadas en la superficie final.

En todo lo anterior se ha aplicado el estudio de las depuradoras compactas, útil para todos aquellos casos extremos de mínima disponibilidad de terreno.

Por último, se dan valores del porcentajes de espacios muertos, que dependen del tipo de depuradora y de su tamaño.

REFERENCIAS

- [1] Tejero, J.I. *et al.* (1989). "Selección de las alternativas de ubicación de la estación depuradora de aguas residuales de Lekeitio (Bizkaia). Bizkaiko Foru Aldundia/Diputación Foral de Bizkaia.
- [2] Hernández Muñoz, A. (1991). Depuración de Aguas Residuales. 2ª edición. Colección SEINOR, vol. 9. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- [3] López de Velasco, A. (1989). "Esquema de una estación depuradora de aguas residuales". En: "Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de depuradoras". CEDEX, Madrid.
- [4] ASCE (1992). Design of Municipal Wastewater Treatment Plants. Water Environment Federation y ASCE.
- [5] Hultgren, J., Andersson, Ch., Hultgren, J. (1991). Water Quality International, nº 4, reply card 286.
- [6] Möllersten, I., Reinius, L.G. (1991). Water Science and Technology, 23(Kyoto), 1783-1792.
- [7] Yuki, Y., Takayanagi, E., Abe, T. (1991). Water Science and Technology, 23(Kyoto), 1733-1742.
- [8] Documentación comercial sobre distintas E.D.A.R. procedente de las siguientes empresas e instituciones: Grupo OTV (Antibes/Juan les Pins, Ibiza, Mónaco, Cucq-Le Touquet, La Ciotat, Soissons); Canal de Isabel II (Alcalá de Henares, Alcalá de Henares industrial, Aranjuez, Boadilla del Monte, Casaquemada, El Chaparral, El Endrinal, Hoyo de Manzanares, La Poveda, Riosequillo, San Agustín de Guadalix, Santillana, Sur); PSIM. Ayuntamiento de Madrid (Butarque, La China, Valdebebas, Viveros de la Villa); Inflico Española, S.A. (Valdebebas); Técnicas Reunidas, S.A. (Viveros); Ayuntamiento de Zaragoza. Plan de Infraestructura Hidráulica (La Almozara, Zaragoza); Constructora Internacional, División de Saneamiento (Barcelona); Netaigua (Bogatell, Barcelona); Degremont España/Universidad de Santander, ETSICCP. (Burgos); Degremont Italia (Bolonía); Pridesa (Burgos); Prosein (Palos de la Frontera); Confederación Hidrográfica del Júcar (Benidorm); Nodo-Emasesa (Ranilla, Sevilla); Cadagua, S.A. (Gernika); Uren Partzuergoa/Consortio de Aguas de Bilbao (Muskiz); Sear, S.A. (Paterna, Figueres, Aspe, Crevillente, Reus, Palamós, Rosas, Sant Feliú de Guixols y Torrevieja).