

# CAPÍTULO 9

## CONCLUSIONES FINALES

El presente capítulo tiene como objetivo presentar las conclusiones y las recomendaciones finales obtenidas al término de esta tesis.

1. Este trabajo ha permitido caracterizar los parámetros físico-químicos típicos del agua residual urbana de una zona residencial de Barcelona. Asimismo, se ha llevado a cabo una caracterización más específica de sus fuentes de carbono, con el fin de determinar y estimular su aptitud para la EBIF. La caracterización específica consistió en el fraccionamiento de la DQO y la estimación de la concentración de AGV y del potencial de AGV.
2. Se ha puesto a punto una metodología para el fraccionamiento de la DQO, combinando el método descrito por Park *et al.* (1997) para la determinación de la DQOBT con el método descrito por Mamais *et al.* (1993), y aplicando las sugerencias de Ekama *et al.* (1986) respecto a la preparación de la muestra de ARU.
3. La metodología para la estimación del potencial de AGV fue estudiada combinando el método original de Lie y Welander (1997) con una modificación propuesta en la presente tesis, a fin de simplificar el método original, evitando el uso de nitrógeno gas, y reducir los posibles riesgos de contaminación de la muestra. El método modificado proporciona una estimación de la capacidad de generación de AGV a partir de la fermentación acidogénica del ARU. Asimismo se logró alcanzar unas condiciones anaeróbicas óptimas para la fermentación acidogénica, mientras que se simplificaba el material requerido en el laboratorio. Por otro lado, se observó un valor mayor del potencial de AGV a concentraciones iniciales elevadas de MES y DQO en el ARU.
4. La fuerte hidrólisis anaeróbica detectada a través de la prueba del potencial de AGV viene determinada por la evolución de las concentraciones de MES, DQO y DQO soluble. El potencial de AGV fue mayor que la DQOFB inicial, lo cual es compatible con una utilización parcial de la DQOLB como substrato de la fermentación. El análisis de la MES y de la DQO fraccionada en la prueba del potencial de AGV puede ayudar a evaluar la contribución tanto de la DQOFB como de la DQOLB en la formación de AGV.
5. El diseño y evaluación de un decantador primario piloto, para su utilización como fermentador acidogénico (tanque primario activado), permitió evaluar su capacidad para hidrolizar el fango primario y generar material orgánico fácilmente biodegradable en forma de ácidos grasos volátiles. El estudio y seguimiento completo de la prefermentación se dividió en tres periodos, realizados bajo el control de variables como la temperatura, el TRS, el TRH, el caudal de entrada y el caudal de recirculación. La prefermentación del afluente crudo logró mejorar las relaciones de AGV-DQO/P-PO<sub>4</sub>. Los mejores resultados de solubilización y fermentación fueron obtenidos con el prefermentador cubierto y con un TRS de 5 días. Las solubilizaciones de DQO observadas fueron del orden de 22 mg/l, con

- unas producciones de AGV alrededor de 34 mg AGV-DQO/l. A pesar de esto la producción de AGV sólo representó el 35% del potencial de AGV del afluente.
6. La secuencia de tratamiento diseñada para un RBS favoreció la eliminación biológica de materia orgánica y nutrientes. Los rendimientos de eliminación conseguidos para la MES, la DQO, el NT y el PT fueron 86, 82, 76 y 90%, respectivamente en la primera fase experimental y 91, 87, 64 y 35% en la segunda fase. Asimismo, las concentraciones obtenidas en el efluente del RBS para la MES, la DQO, el NT y el PT fueron 39, 87, 8,9 y 1,3 mg/l, respectivamente en la primera fase experimental y 28, 55, 11 y 5,3 mg/l, respectivamente en la segunda fase experimental. En la primera fase experimental, las concentraciones efluente de NT y los rendimientos de eliminación cumplen con los límites exigidos por la Directiva 91/271/CEE para poblaciones mayores de 100 000 hab-eq. Asimismo, las concentraciones efluente y los rendimientos de eliminación de PT cumplieron con los límites exigidos para poblaciones entre 10 000 y 100 000 hab-eq. Esta afirmación no puede hacerse extensiva a las concentraciones de nutrientes y los rendimientos conseguidos en la segunda fase experimental.
  7. La fase de llenado estático de la primera fase experimental, en condiciones óptimas de funcionamiento del proceso, incrementó la carga másica del sistema, promovió una considerable liberación de P (132 mg P) a una velocidad de 2,9 mg P/(g MESVLM.h) y aseguró la DN total de los nitratos provenientes del ciclo anterior. La fase de LLE, la postanóxica y la de sedimentación promovieron conjuntamente un ambiente fuertemente anaeróbico, que se mantuvo durante la mayor parte de la etapa de llenado, lo cual también contribuyó a la considerable liberación anaeróbica de fósforo observada. Estas condiciones anaeróbicas detectadas en el ciclo, la elevada concentración de sólidos en el LM y la moderada concentración de OD como punto de consigna (2,0 mg OD/l) durante las fases aireadas, impulsaron gradientes de concentración de OD dentro de los flóculos del LM y los consecuentes estados de NDS observados en las fases aeróbicas. De esta manera, se consiguió que la concentración de nitratos no fuese tan elevada al final del Ciclo estudiado. Este fue un factor clave en la eliminación eficiente de nutrientes durante la primera fase experimental, ya que, al igual que en el trabajo de Münch *et al.* (1996), la desnitrificación aeróbica demostró ser un proceso significativo de eliminación de N. También pudo observarse la presencia de desnitrificación endógena postanóxica y asimilación anóxica de fósforo, con posible contribución de los OAFDN.
  8. La incorporación de una unidad de prefermentación al proceso RBS fue negativa para la EBIF, debido básicamente a que la retención de sólidos en el prefermentador predominó sobre los efectos de solubilización y fermentación de los sólidos primarios. La prefermentación en plantas continuas con eliminación biológica de nutrientes (por ejemplo, plantas UCT) puede representar un beneficio para la EBIF, ya que la clarificación primaria forma parte usualmente del proceso; la prefermentación podría en ese caso mitigar los efectos negativos de la eliminación de sólidos. La clarificación primaria no se aplica usualmente en los RBS. Todos los sólidos del afluente están comúnmente disponibles para ser hidrolizados y fermentados en las fases anaeróbicas del ciclo. En estas circunstancias, la incorporación de un tanque primario activado reduce el contenido de sólidos en el afluente y por tanto una considerable fuente de DQOLB que puede ser utilizada en las fases anaeróbicas de un RBS.

9. En general, las propiedades de decantación del fango activado fueron óptimas en ambas fases experimentales. El valor medio del IVF en ambas fases fue de 85 ml/g. Asimismo, el efecto selector del RBS se puso de manifiesto gracias a la configuración del proceso que incluyó estados de alimentación iniciales no aireados y de alta carga másica. No obstante la estructura flocular del fango primario fue claramente diferente en ambas fases experimentales. Mientras que en la primera fase se observaron flóculos grandes y bien organizados, con escasez de bacterias filamentosas, en la segunda fase el LM presentó un menor grado de organización y de compactación en su estructura flocular. Asimismo, tanto la diversidad como la abundancia de los microorganismos filamentosos se incrementó. El deterioro estructural observado en el fango de la segunda fase experimental fue atribuido a las características del afluente prefermentado. Estas características fueron una disminución de la DQOLB y un aumento considerable de la septicidad, del material soluble fermentado, de los microorganismos oxidantes de azufre y de los compuestos de azufre reducido.
10. La identificación y caracterización general de las diferentes poblaciones de protozoarios y microorganismos filamentosos característicos del sistema de tratamiento permitió determinar la estructura y la forma del flóculo en cada una de las muestras estudiadas. A pesar de que no se disponía de datos suficientes como para establecer un análisis representativo del comportamiento y la evolución real de la microfauna y microflora del fango biológico, se pudieron determinar y evaluar las especies y/o géneros presentes y dominantes, su diversidad específica, su variabilidad y las abundancias en las que se presentaron. Asimismo, fue posible confirmar varias de las características del proceso de tratamiento en función de la presencia de cierto tipo de microorganismos. Por ejemplo, se pudo confirmar que el sistema biótico estuvo sometido a un fuerte grado de anaerobiosis en ambas fases experimentales, lo cual hizo proliferar las especies y géneros más tolerantes a esas condiciones. Por otro lado, el resultado del estudio de los organismos flagelados y filamentosos permitió también confirmar la presencia de sustancias fermentativas y solubles en el afluente de la segunda fase experimental. En definitiva, el número y la diversidad de las comunidades de microorganismos cambiaron en función de la calidad del agua residual afluente y de las condiciones de operación de la planta.

### 9.1. RECOMENDACIONES

1. El potencial de AGV ha demostrado ser una importante técnica de determinación del sustrato realmente disponible para los OAF en un proceso de EBIF. Esta técnica puede representar una herramienta útil de uso diario en los laboratorios de tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, es muy importante realizar un estudio más detallado y sistemático de esta metodología con el fin de optimizarla y estandarizarla.
2. Sería conveniente realizar el fraccionamiento de la DQO a lo largo de la prueba del potencial de AGV, con el fin de determinar con mayor claridad la contribución que las diferentes fracciones de la DQO tienen en la generación de AGV.
3. Es recomendable estimar el potencial de AGV hacia el final de la fase anaeróbica de un proceso con EBIF, con el fin de determinar el porcentaje de dicho potencial que realmente fue utilizado por los OAF en la liberación de P.

4. Es recomendable realizar un estudio del comportamiento cinético de las velocidades de degradación reales de la DQOLB en las fases de llenado estático y de llenado anaeróbico.
5. Es recomendable realizar el seguimiento de la evolución de la desnitrificación durante el LLE, con el fin de determinar su velocidad específica de desnitrificación real.
6. Sería conveniente estudiar de nuevo la misma secuencia de tratamiento adoptada en este estudio con el fin de caracterizar mejor su comportamiento microbiológico y el funcionamiento de su metabolismo microbiano. Con este objetivo se proponen los siguientes estudios:
  - a) Estudio intensivo de los diferentes microorganismos presentes en el proceso de depuración biológica, con especial atención en los microorganismos filamentosos, los protozoarios y los OAF.
  - b) Estudio intensivo de la dinámica poblacional de los microorganismos mediante su cuantificación y comparación subsiguiente entre el comportamiento registrado por la dinámica poblacional y las diferentes características físico-químicas y de operación del sistema.
  - c) Estudio y puesta a punto de los métodos de análisis necesarios para determinar los PHA y el glucógeno formados dentro de los OAF como resultado del proceso de EBIF. De esta manera, se podrán caracterizar las producciones de PHA y glucógeno en función de la liberación de fósforo y características del sistema estudiado.

# CAPÍTULO 10

## REFERENCIAS

- Ábalos, M., Bayona, J.M., Pawliszyn, J. (2000). Development of a Solid-Phase Microextraction Procedure for the Determination of Free Volatile Fatty Acids in Waste Waters. *Journal of Chromatography A*. **873**, 107-115.
- Abel, P. D. (1996). *Water pollution biology*. 2<sup>nd</sup>. edition. LondonBristol, PA : Taylor & Francis. 286 pp.
- Abu-ghararah, Z.H., Randall, C.W. (1991). The Effect of Organic Compounds on Biological Phosphorus Removal. *Water Sci. Technol.* **23**, 585-594.
- ACA (2001), Agencia Catalana de l'Aigua. Generalitat de Catalunya [En línea]. Consulta por web. URL: < <http://www.gencat.es/aca/contenido/index.htm>>. Consulta el 10 de enero de 2001.
- Al-Shahwani S., Horan N. (1991). Protozoan and Metazoan Populations in Sequencing Bath Reactor Operated for Nitrification and/or Denitrification, *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 81-86.
- Alleman, J.E., Irvine, R.L. (1980a). Nitrification in the Sequencing Batch Reactor. *Journal WPCF*, **52**, 11, 2747-2754.
- Alleman, J.E., Irvine, R.L. (1980b), Storage-Induced Denitrification of Sequencing Batch Reactor Operation. *Water Research*, **14**, 1483-1490.
- Andreasen K., Petersen, G., Thomsen, H., Strube, R. (1997). Reduction of Nutrient Emission by Sludge Hydrolysis. *Water Sci. Technol.* **35**, 10, 79-85.
- Andreottola, G., Bortone G., Tilche, A. (1997). Experimental validation of a simulation and design model for nitrogen removal in sequencing batch reactors. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, pp. 113-120.
- APHA-AWWA-WPCF, (1989). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17<sup>th</sup> edition. American Public Health Association, Washington D.C.
- Araújo, L.S., Catunda, P.F.C., Van Haandel, A.C. (1998). Biological Sludge Stabilisation. Part 2: Influence of the Composition of Waste Activated Sludge on Anaerobic Stabilisation. *Water SA*. **24**, 3, 231-236.
- Argaman, Y. (1986). Nitrogen Removal in a Semi-Continuous Process, *Water Research*, **20**, 173.
- Arora, M.L., Barth, E.F., Umphres, M.B. (1985). Technology evaluation of sequencing batch reactors. *Journal WPCF*, **57**, 8, pp. 867-875.
- Baetens, D. Vanrolleghem, P.A., Loosdrecht, van M.C.M., Hosten, L.H. (1999). Temperature Effects in Bio-P Removal. *Water Sci. Technol.* **39**, 1, 215–225.

- 
- Banister, S.S. (1996). Optimisation of Primary Sludge Acidogenic Fermentation for Biological Nutrient Removal. M.Sc. Dissertation, Univ. of Pretoria, South Africa.
- Banister, S.S., Pitman, A.R., Pretorius, W.A. (1998). The Solubilisation of N and P during Primary Sludge Fermentation and Precipitation of the Resultant P. *Water SA*, **24**, 4, 337-342.
- Banister, S.S., Pretorius, W.A. (1998). Optimisation of Primary Sludge Acidogenic Fermentation for Biological Nutrient Removal. *Water S.A.* 24, 1, 35-41.
- Barajas, M.G., Knobelsdorf, J., Escalas, A., Mujeriego, R. (2000a). Hydrolysis and Fermentation in a Modified VFA-potential Test. Póster presentado en *Paris 2000 1<sup>st</sup> World Congress of the International Water Association*. Paris 3-7 Julio 2000. [CD-ROM] ISBN 2-9515416-0-0.
- Barajas, M.G., Escalas, A., Mujeriego, R. (2000b). Enhanced Biological Phosphorus Removal in a SBR with Static Fill. Póster presentado en *2<sup>nd</sup> International Symposium on Sequencing Batch Reactor Technology*. Narbonne 10-12 July 2000.
- Barnard, J.L. (1974a). Cut P and N without Chemicals. Part 1. *Water and Wastes Engineering*. (July) 33-36.
- Barnard, J.L. (1974b). Cut P and N without Chemicals. Part 2. *Water and Wastes Engineering*. (August) 41-44.
- Barnard, J.L. (1976). A Review of Biological Phosphorus Removal in the Activated Sludge Process. *Water SA*, 2, 136-144.
- Barnard, J.L. (1983). Design Consideration Regarding Phosphate Removal in Activated Sludge Plants. *Water Sci. Technol.* **15**, 319-328
- Barnard, J.L. (1984). Activated Primary Tanks for Phosphate Removal. *Water S.A.* 10, 121-126.
- Bernades, R.S., Klapwijk, A. (1995). Biological Nutrient Removal in a Sequencing batch Reactor treating Domestic Wastewater. *Water Sci. Technol.* **33**, 3, pp. 29-38.
- Boero, G.J., Eckenfelder, W. W., Bowers, A.R. (1991). Soluble Microbial Product Formation in Biological Systems. *Water Sci. Technol.* **23**, 4-6, 1067-1076.
- Bortone, G., Chech, J.S., Germirli, F., Bianchi, R., Tilche, A. (1993). Experimental approaches for the characterisation of a nitrification/denitrification process on industrial waste water. Proc, *1<sup>st</sup> Int. Spec. Conf. on Microorganisms in Activated Sludge and Biofilm Processes, Sept 27-28, Paris*. 129-136.
- Brdjanovic d. Slamet A. Loosdrechht C. Hoomans M. (1998). Impact of excessive aeration on biological phosphorus removal from wastewater. *Water Research*, **32**, 1, 200-208.
- Brinch, P.P., Rindel, K., Kalb, K. (1994). Upgrading to Nutrient Removal by Means of Internal Carbon from Sludge Hydrolysis. *Water Sci. Technol.* **29**, 12, 31-40.

- Bundgaard, E., Pedersen, J. (1990). Full Scale Experiments with Biological and Chemical Phosphorus Removal. In: *Chemical Water and Wastewater Treatment*. Hahn H. y Klute R. Springer-Verlag, Berlin, 443-459.
- Carlsson, H., Aspegren, H., Hilmer, A. (1996). Interactions between Wastewater Quality and Phosphorus Release in the Anaerobic Reactor of the EBPR Process. *Water Research*, **30**, 6, 1517-1527.
- Carucci, A., Majone, M., Ramadori, R., Rossetti, S. (1994). Dynamics of Phosphorus and Organic Substrates in Anaerobic and Aerobic Phases of a Sequencing Batch Reactor. *Water Sci. Technol.* **30**, 6, 237-246.
- Carucci, A. Majone, M., Ramadori, R., Rossetti, S. (1997). Biological Phosphorus Removal with Different Organic Substrates in an Anaerobic/Aerobic Sequencing Batch Reactor. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 161-168.
- Cech, J.S., Hartman, P., Wanner, J. (1993). Competition between PolyP and non-PolyP bacteria in an enhanced phosphate removal system. *Water Environment Research*, **65**, 690-692.
- Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R. (1989). *Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact*. p. 592.
- Christensson, M. (1997). *Enhanced Biological Phosphorus Removal. Carbon Sources, Nitrate as Electron Acceptor, and Characterization of the Sludge Community*. Tesis Doctoral, Department of Biotechnology, Lund University, Suecia.
- Chuang, S-H., Ouyang, C-F., Wang, Y-B. (1996). Kinetic Competition between Phosphorus Release and Denitrification on Sludge under Anoxic Condition. *Water Research*, **30**, 12, pp. 2961-2968.
- Chudoba, J. (1985). Quantitative Estimation in COD Units of Refractory Organic Compounds Produced by Activated Sludge Microorganism. *Water Research*, **19**, 37-43.
- Comeau, Y., Hall, K.J., Hancock, R.E.W. y Oldham, WK. (1986) Biochemical model for enhanced biological phosphorus removal. *Water Research*, **20**, 1511-1521.
- Comeau Y., Hall K.J., y Oldham (1986) Determination of poly- $\beta$  - hydroxybutyrate and poly- $\beta$ -hydroxyvalerate in activated sludge by gas-liquid chromatography. *Appl. Environ. Microbiol.* **54**, 2325-2327.
- Comeau, Y. (1989). *The Role of Carbon Storage in Biological Phosphate Removal from Wastewater*. Tesis doctoral. University of British Columbia, Vancouver, Canadá.
- Cuevas G., González, O., González S. (1998). Wastewater fermentation and Nutrient Removal in Sequencing Batch Reactors. *Water Sci. Technol.* **38**, 1, 255-264.
- Danesh, S., Oleszkiewicz, J.A. (1997). Use of a New Anaerobic-Aerobic Reactor System to Enhance Biological Phosphorus Removal. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 137-144.

- Deinema M. van Loosdrecht M. (1985). Some physiological characteristics of *Acinetobacter* spp. accumulating large amounts of phosphate. *Water Sci. Technol.* **17**, 119-125.
- Directiva 91/271/CEE. DOCE L-35, 30-5-1991.
- Dold, P. L., Ekama, G. A., Marais G. (1980). A General Model for the Activated Sludge Process, *Prog. Wat. Tech.*, **12**, 47-77.
- Dold *et al.*, (1986). Measurement of Readily Biodegradable COD Fraction in Municipal Waste Water by Ultrafiltration. UCT Report No. W57, Dept Civil Eng., Univ. of Cape Town, Rondebosch 7700, South Africa.
- Drakides. C. (1980). La Microfaune des Boues Activées. Etude d'une Methode d'observation et Application au Suivi d'un Pilote en Phase de Demarrage. *Water Research*, **14**, 1199-1207.
- Eastman, J.A. (1977). *Solubilisation of Organic Carbon During the Acid Phase of Anaerobic Digestion*. Tesis doctoral. Universidad de Washington, Estados Unidos.
- Eastman, J.A., Ferguson, J.F., (1981). Solubilization of Particulate Organic Carbon during the Acid Phase of Anaerobic Digestion. *J. WPCF*, **53**, 3, 352-366.
- Economopoulos, A.P. (1993). *Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution*. A Guide to Rapid Source Inventory Techniques and their Use in Formulating Environmental Control Strategies. World Health Organization.
- Eikelboom, D.H. (1975). Filaments Organims Observed in Activated Sludge. *Water Research*, **9**, 365-388.
- Eikelboom, D.H. (1977). Identification of Filaments Organims in Bulking Activated Sludge. *Prog. Wat. Technol.*, **8**, 153-156.
- Ekama, G.A., Marais G. v. R. (1977). The Activated Sludge Process part II. Dynamic Behaviour. *Water SA*. **1**, 18-50.
- Ekama, G.A., Marais G. v. R. (1984). Nature of Municipal Wastewaters. *Theory, Design and Operation of Nutrient Removal Activated Sludge Process*. Capítulo 2, Pretoria, South Africa, Water Research Commission.
- Ekama, G.A., Dold, P.L., Marais G.v.R. (1986). Procedures for Determining Influent COD Fractions and the Maximun Specific Growth Rate of Heterotrophs in Activated Sludge Systems. *Water Sci. Technol.*, **18**, 91-114.
- Ekama, G.A., Wentzel, M.C. (1999). Difficulties and Developments in Biological Nutrient Removal Technology and Modelling. *Water Sci. Technol.*, **39**, 1, pp. 1-11.
- EMASESA, (1997). *Microorganismos Filamentosos en el Fango Activado*. Ayuntamiento de Sevilla, España.



- EPA (1982). *Handbook for sampling and sample preservation of water and wastewater*. EPA-600/4-82-029. Environmental Monitoring and Support Lab, Cincinnati, Ohio, Estados Unidos, 402.
- EPA (1987). *Phosphorus Removal. Design Manual*. EPA/625/1-87/001. Washington D.C., EU.
- EPA (1992). *Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities*. EPA/625/R-92/005. United States Environmental Protection Agency, Washington D.C., EEUU.
- EPA (1993). *Nitrogen Control. Manual*. EPA/625/R-93/010. United States Environmental Protection Agency, Washington D.C., EEUU.
- Escaler, I. (1997). *Eliminació biològica de nutrients (nitrogen i fòsfor) mitjançant el procés discontinu de fangs activats*. Tesina de especialidad dirigida por Rafael Mujeriego Sahuquillo. ETSECCP, UPC, Barcelona.
- Esteban, G., Tellez, C., Bautista, L.M. (1990). Effects of Habitat Quality on Ciliated Protozoa Communities in Sewage Treatment Plants. *Environ. Technol.*, **12**, 381-386.
- Fernández-Galiano, D. (1976). Silver Impregnation of Ciliated Protozoa: Procedure Yielding good Results with the Pyridinated Silver Carbonate Method. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, **95**, 557-560
- Fernández-Polanco, F., Gallegos, S., García, E.P. (1996). Denitrification with Biosorbed Organic Matter in a SBR System. *First IAWQ Specialized Conference on Sequencing Batch Reactor Technology*, Munich, 18 a 20 de Marzo de 1996, 539-545.
- Finstein, M.S., Heulelekian, H. (1974). Gross Dimensions of Activated Sludge Flocs with Reference to Bulking. *Journal WPCF*, **39**, 33-36.
- Fuhs, G.W., Chen, M. (1975). Microbiological Basis of Phosphate Removal in the Activated Sludge Process for the Treatment of Wastewater. *Microbiological Ecology*, **2**, 119-138.
- García J. (1996). *Eliminació de Matèria Orgànica i Nutrients en Llacunes d'Alt Rendiment*. Tesis doctoral, Departament de Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia de la Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona.
- García, P.A., Fernández-Polanco, F. (1996). Parámetros de operación en sistemas de eliminación de nutrientes. En: *2n Curs d'Enginyeria Ambiental. Eliminació de nutrients en aigües residuals*. Xavier Flotats. Lleida: Paperkite Editorial.
- García, M. (1997). *Puesta en marcha de un proceso de nitrificación/desnitrificación. Estudio de la influencia de la carga másica y la temperatura*. Proyecto de Máster, dirigido por Santiago Gassó Domingo. ITEMA-UPC.
- Germirli, F., Orhon, D., Artan, N. (1991). Assessment of the initial inert soluble COD in industrial wastewaters. *Water Sci. Technol.*, **23**, 4-6, 1077-1086.

- Goel, R., Mino, T., Satoh, H., Matsuo T. (1998). Intracellular Storage Compounds, Oxygen Uptake Rates and Biomass Yield with Readily and Slowly Degradable Substrates. *Water Sci. Technol.*, **38**, 8-9, 85-93.
- Gonçalves, R.F., Charlier, A.C., Sammut, F. (1994) Primary Fermentation of Soluble and Particulate Organic Matter for Wastewater Treatment. *Water Sci. Technol.* **30**, 6, 53-62.
- Guardino Ferré. RT. (1996). Tratamientos Terciarios. En el curso: *Tratamiento de aguas residuales urbanas*. ITEMA-UPC.
- Hamamoto, Y., Tabata, S., Okubo, Y. (1997). Development of the Intermittent Cyclic Process for Simultaneous Nitrogen and Phosphorus Removal. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 145-152.
- Haas, D.W., Adam, N. (1995). Use of a Simple Titration Procedure to Determine  $\text{H}_2\text{CO}_3^*$  Alkalinity and Volatile Fatty Acids for Process Control in Waste-Water Treatment. *Water SA*. **21**, 4, 307-318.
- Halling-Sorensen, B., Hjuler, H. (1992). Simultaneous Nitrification and Denitrification with an Upflow Fixed Bed Reactor Applying Clinoptilolite as Media. *Wat. Treat.* **7**, 77-88.
- Hayakawa, N., Tsuji, J., Hamamoto, Y. (1986). Simultaneous Nitrogen and Phosphate Removal by the Intermittent Cyclic Process. *Water Sci. Technol.*, **18**, 319-326.
- Henze, M. (1986). Nitrate versus Oxygen Utilization Rates in Wastewater and Activated Sludge Systems, *Water Sci. Technol.* **18**, 6, 115.
- Henze, M., Grady, C.P.L. Jr., Gujer, W., Marais, G.v.R., Matsuo, T. (1987). Activated Sludge Model No 1, *IAWPRC Scientific and Technical Reports*, No 1, IAWPRC, Londres.
- Henze, M. (1991). Capabilities of biological nitrogen removal from wastewater. *Water Sci. Technol.*, **23**, 4-6, pp. 669-679.
- Henze, M. (1992). Characterization of Wastewater for Modelling of Activated Sludge Processes. *Water Sci. Technol.* **25**, 6, 1-15.
- Henze, M., Gujer, W., Mino, T., Matsuo, T., Wentzel, M.C., Marais, G.v.R. (1995a). Activated Sludge Model No. 2. *IAWQ Scientific and Technical Reports*, No. 3, IAWQ, Londres.
- Henze, M., Gujer, W., Mino, T., Matsuo, Wentzel, M.C., Marais, G.v.R. (1995b). Wastewater Characterization for the Activated Sludge Model No. 2: biological phosphorus removal. *Water Sci. Technol.*, **31**, 2, pp. 13-23.
- Hong, S. N., Kritchén, D.J., Kisenbauer, K.S., Sell, R.L. (1982). A Biological Wastewater Treatment System for Nutrient Removal. Proc. Workshop on Biological Phosphorous Removal in Municipal Wastewater Treatment, Annapolis, MD, June 1982.

- Horan, N. J. (1990). *Biological Wastewater Treatment Systems: Theory and Operation*. ChichesterNew York : Wiley. 310 pp.
- Ho, K. (1994). Biological Nutrient Removal in Activated Sludge Processes with Low F/M, Sludge Bulking Control. Tesis Doctoral. University of Queensland, Australia.
- Hvitved-Jacobsen, T., Raunkjær, K., Nielsen, P.H. (1995). Volatile Fatty Acids and Sulfide in Pressure Mains *Water Sci. Technol.*, **31**, 7, 169-179.
- Imura, M., Sato, Y., Kitao, T., Ishihara, M. (1996). Advanced treatment of domestic wastewater using anaerobic-aerobic sequencing batch reactor activated sludge process. Presentado a la *First IAWQ Specialized Conference on Sequencing Batch Reactors*. Munich (Alemania), 18-20 de maro de 1996.
- Irvine, R.L., Miller, G., Bhamrah, A.S. (1979). Sequencing Batch Treatment of wastewaters in rural areas. *Journal WPCF*, **51**, 2, pp. 244-254.
- Irvine, R.L., Busch, A.W. (1979). Sequencing batch reactors -an overview. *Journal WPCF*, **51**, 2, 235-243.
- Irvine, R.L., Ketchum, L.H., Breyfogle, Barth, E.F. (1983). Municipal application of sequencing batch treatment. *Journal WPCF*, **55**,5, pp. 484-488.
- Irvine, R.L., Wilderer, P. A., Flemming, H.C. (1997). Controlled Unsteady State Processes and Technologies- an Overview. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 1-10.
- Isaacs, S., Hansen, J.A., Schmidt, K., Henze, M. Examination of the Activated Sludge Process No 2 with an alternating process. *Water Science and Technology*, **31**, 2, pp. 55-66.
- Jardin, N., Pöpel, H.J. (1996). Behaviour of Waste Activated Sludge from Enhanced Biological Phosphorus Removal during Sludge Treatment. *Water Environ. Res.*, **68**, 6, 965-973.
- Jenkins, D. Tandoi, V (1991). The applied microbiology of enhanced biological phosphate removal- accomplishment and needs. *Water Research*, **25**, pp. 1471-1478.
- Jenkins, D. (1992). Towards a Comprehensive Model of Activated Sludge Bulking and Foaming. *Water Sci. Technol.* **25**, 215-230.
- Jenkins, D., Richard M. G., Daigger, G. T. (1993). *Manual on the causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming*, 2<sup>a</sup>. Ed. Lewis Publishers, Michigan (Estados Unidos).
- Jorgensen, P.E. Biological Hydrolysis of Sludge from Primary Precipitation. En Hahn, H.H., Klute, R., editors, *Chemical Water and Wastewater Treatment*, 521-529. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Junta de Sanejament (1997a). *Estació depuradora d'aigües residuals de Cercs*. Folleto informativo.
- Junta de Sanejament (1997b). *Estació depuradora d'aigües residuals de Santa Pau*. Folleto informativo.

- Kang, S. J., Astfalk, T. J., Englert, C.J., Deline, R.R. (1991). A New Procedure for Screening Feasibility of Biological Phosphorus Removal Process for a Wastewater. *Water Sci. Technol.* **23**, 595-602.
- Kaufman, L. & P. J. Rousseeuw 1990. Finding groups in data: an introduction to cluster analysis. New York: John Wiley & Sons.
- Kappeler, J., Gujer W. (1992). Estimation of Kinetic Parameters of Heterotrophic Biomass under Aerobic Conditions and Characterization of Wastewater for Activated Sludge Modelling. *Water Sci. Technol.* **25**, 6, 125-140.
- Kern-Jespersen, J.P., Henze, M. (1993). Biological Phosphorus Uptake Under Aerobic Conditions. *Water Reserch*, **27**, 4, 617-624.
- Ketchum, Jr., L.H., Irvine, R.L., Breyfogle, R.E. Manningm Jr., J.F. (1987). A comparison of Biological and Chemical Phosphorus Removals in Continuous and Sequencing Batch Reactors. *J. Water Poll. Control Fed.* **59**, 13-18.
- Ketchum Jr., L.H. (1997). Design and Physical Features of Sequencing Batch Reactors. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 11-18.
- Keudel, L.O., Dichtl, N. (2000). Settling Characteristics of Activated Sludge in Sequencing Batch Reactors Obtained from Full-Scale Experiments. Presentación oral. En: *2<sup>nd</sup> International Symposium on Sequencing Batch Reactor Technology*. Narbonne 10-12 de Julio de 2000.
- Kolarski, R. (1996). The use of sequencing batch reactors to achieve total nitrogen and biological phosphorus removal in a single stage activated sludge system. Presentado a *First IAWQ Specialized Conference on Sequencing Batch Reactor Technology*. Munich (Alemania), 18-20 de marzo de 1996.
- Kristensen, G.H., Jorgensen, P.E., Henze, M. (1992). Characterisation of Functional Microorganism Groups and Substrate in Activated Sludge and Wastewater by AUR, NUR and OUR. *Water Research*, **25**, 6, 43-57.
- Lee, S.E., Koopman, B.L., Jenkins, D., Lewis, R.F. (1982). The Effect of Aeration Basin Configuration on Activated Sludge Bulking at Low Organic Loading. *Water Sci. Technol.* **14**, 407-427.
- Lee, N. M. (1996). *Parameters Affecting Microorganisms and the Process Performance in Biological Wastewater Treatment*. Tesis Doctoral. Department of Biotechnology, Lund University, Suecia.
- Lesouef, A., Payraudeau, M. Rogalla, F., Kleiber, B. (1992). Optimizing Nitrogen Removal Reactor Configurations by On-site Calibration of the IAWPRC Activated Sludge Model. *Water Sci. Technol.* **25**, 6, 105-124.
- Levin, G. V., Shapiro, J. (1965). Metabolic uptake of phosphorus by wastewater organisms. *Journal WPCF*, **37**, 800-821.
- Ley 29/1985, del 2 de Agosto, de Aguas. BOE 189, 8-8-1985 y BOE 243, 10-10-1985.

- Llei 5/1990, del 9 de Marzo, de infraestructuras hidráulicas de Catalunya. DOGC 1271, 23-3-1990.
- Lie, E., Welander, T. (1997). A Method for Determination of the Readily Fermentable Organic Fraction in Municipal Wastewater. *Water Research*, **31**, 6, 1269-1274.
- Lie, E., Chistensson, M., Jonsson, K., Ostgaard, K., Johansson, P., Welander, T. (1997). Carbon and Phosphorus Transformations in a Full Scale Enhanced Biological Phosphorus Removal Process. *Water Research*, **31**, 11, 2693-2698.
- Madoni, P. (1994). A Sludge Biotic Index (SBI) for the Evaluation of the Biological Performance of Activated Sludge Plants Based on the Microfauna Analysis. *Water Research*, **28**, 67-75
- Masuda, S. Watanabe, Y., Ishiguro, M. (1991). Biofilm Properties and Simultaneous Nitrification and Denitrification in Aerobic Rotating Biological Contactors. *Water Sci. Technol.*, **23**, 1355-1363.
- Mamais, D., Jenkins D., Pitt P. (1993). A Rapid Physical-Chemical Method for the Determination of Readily Biodegradable Soluble COD in Municipal Wastewater. *Water Research*, **27**, 1, 195-197.
- Manning, J.F., Irvine, R.L. (1985). The Biological Phosphorus Removal in a Sequencing Batch Reactor. *Journal WPCF*, **57**, pp. 87-94.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Omega.
- Mas, E. (1996), *Eliminació de Matèria Orgànica i de Nitrogen a un Reactor Biològic Seqüencial*, Tesina d'Especialitat, ETSECCPB, UPC.
- Masuda, S., Watanabe, Y., Ishiguro, M. (1991). Biofilm Properties and Simultaneous Nitrification and Denitrification in Aerobic Rotating Biological Contactors. *Water Sci. Technol.*, **23**, 1355-1363.
- Maurer, M, Gujer, W, Hany, R, and Bachmann, S. (1997). Intracellular Carbon Flow in Phosphorus Accumulating Organisms from Activated Sludge. *Water Research*, **31**, 4, 907-917.
- Méndez, R. (1996). Comparación de Tecnologías Disponibles para la Eliminación Biológica de Nitrógeno. 2n Curs d'Enginyeria Ambiental: Eliminació biològica de nutrients en aigües residuals, Lleida, del 28 al 30 de octubre de 1996, 63-75.
- Metcalf-Eddy, (1991). *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse*. 3<sup>rd</sup> edition. McGraw-Hill Inc. New York.
- Metcalf-Eddy, (1995). *Ingeniería de aguas residuales*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Mino, T., Arun, V., Tsuzuki, Y., Matsuo, T. (1987) Effect of Phosphorus Accumulation on Acetate Metabolism in the Biological Phosphorus Removal Process. In: *Biological phosphate removal from wastewaters*, R. Ramadori, Pergamon Press, 27-38.

- Mino, T., San Pedro, C., Delfin, Matsuo, T., (1995). Estimation of the Rate of Slowly Biodegradable COD (SBCOD) Hydrolysis under Anaerobic, Anoxic and Aerobic Conditions by Experiments using Starch as Model Substrate. *Water Sci. Technol.* **31**, 2, 95-103.
- Monod, J. (1942). Recherches sur la croissance des cultures bacteriennes. Herman et Cie., Paris.
- Montgomery, D.C., Runger, G.C. (1996). *Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería*. Mèxic D.F. (Mèxic): McGraw-Hill.
- Moriyama, K., Sato, K., Harada, Y., Washiyama, K., Okamoto, K. (1990). Simultaneous Biological Removal of Nitrogen and Phosphorus using Oxidic-Anaerobic-Oxidic Process. *Water Sci. Technol.*, **22**, 7-8, 61-66.
- MSGC, (2001). Biofilms and Biodiversity – How to Calculate Biodiversity?- [En línea]. Consulta por web, URL: <<http://www.mdsg.umd.edu/Education/biofilm/diverse.htm>>. Consulta el 12 de marzo del 2001.
- Mullis, M.K., Schroeder E.D. (1971). A Rapid Biochemical Oxygen Demand Test Suitable for Operational Control. *Journal of Water Pollution Control Federation.* **43**, 2, 209-215.
- Münch, E.V., Lant, P., Keller, J. (1996). Simultaneous Nitrification and Denitrification in Bench-Scale Sequencing Batch Reactors. *Water Research*, **30**, 2, 277-284.
- Münch, E. (1998). Prefermentation Technology for BNR Plants [En línea]. The activated sludge pages. Consulta por web. URL: <<http://www.scitrav.com/wwater/asp1/preferm.htm>>. Consulta el 14 de octubre de 2000.
- Münch, E., Greenfield, P.F. (1998). Estimating VFA Concentrations in Prefermenters by Measuring pH. *Water Research.* **32**, 8, 2431-2441.
- Münch, E., Koch, A. (1999). A Survey of Prefermenter Design, Operation and Performance in Australia and Canada. *Water Sci. Technol.* **39**, 6, 105-112.
- Mujeriego, R. (1990). *Riego con Agua Residual Municipal Regenerada*. Mujeriego, R. ed. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. Diputació de Barcelona. pp. 145.
- Narkis, N., Henfeld-Furie, S. (1980). Direct Analytical Procedure for Determination of Volatile Organic Acids in Raw Municipal Wastewater. *Water Research*, **12**, 437-446.
- Narkis, N., Henfeld-Fourrier, S., Rebhun, M. (1980). Volatile Organic Acids in Raw Wastewater and in Physico-Chemical Treatment. *Water Research*, **14**, 9, 1215-1223.
- Nicholls, H. A., Osborn D.W. (1979) Bacterial Stress: Prerequisite for Biological Removal of Phosphorus. *Journal WPCF*, **51**, 3, 557-569.

- Nicholls, H. A., Pitman A.R., Osborn D.W. (1985) The Readily Biodegradable Fraction of Sewage: Its Influence on Phosphorus Removal and Measurement. *Water Sci. Technol.* **17**, Paris, 73-87.
- Oldham, W.K., Stevens, G.M., Operating Experiences with the Kelowna Pollution Control Centre. *Proceedings of the Seminar on Biological Phosphorus Removal in Municipal Wastewater Treatment*, (1985). Penticton, British Columbia, Canadá, Abril 17 y 18.
- Oliveras, J. (1998). *Els Microorganismes Filamentosos i els Protozous en la Depuració d'Aigües del Sector Industrial Carni*. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya (España).
- Orhon, D., Artan, N. (1994). *Modelling of activated sludge systems*. Lancaster: Technomic.
- Okada, M., Lin, C.K., Katayama, Y., Murakami, A. (1992). Stability of phosphorus removal and population of bio-P-bacteria under short term disturbances in sequencing batch reactor for activated sludge process. *Water Science and Technology*, **26**, 3-4, 483-491.
- Osborn, D.W., Nicholls, H.A. (1978). Optimisation of the Activated Sludge Process for the Biological Removal of Phosphorus. *Progress in Water Technology*, **10**, 261-277.
- Ostgaard, K., Christensson, M., Lie E., Jönsson, K., Welander, T. (1997). Anoxic Biological Phosphorus Removal in a Full-Scale UCT Process. *Water Research*, **31**, 11, 2719-2726.
- Palis, J.C., Irvine, R.L. (1985). Nitrogen Removal in a Low-loaded Single Tank Sequencing Batch Reactor. *Journal WPCF.*, **57**, 1, 557.
- Palm, J.C., Jenkins, D., Parker, D.S. (1980). Relationship between Organic Loading, Dissolved Oxygen Concentration and Sludge Settleability in the Completely-Mixed Activated Sludge Process. *Journal WPCF.*, **52**, 12, 2484-2506.
- Palmero, V. (1998). Información facilitada por Vicenç Palmero, de COMSA, Barcelona.
- Park, J.K., Wang, J., and Novotny, G. (1997). Wastewater Characterization for Evaluation of Biological Phosphorus Removal. Wisconsin Department of Natural Resources. Research Report 174. 29 pp.
- Pipes, W.O. (1979). Bulking, Deflocculation and Pin-Point Flocc. *Journal WPCF*, **51**, 62-65.
- Pitman, A.R., Venter, S.L.V., Nicholls, H.A. (1983). Practical Experience with Biological Phosphorus Removal Plants in Johannesburg. *Water Sci. Technol.* **15**, 3-4, 233-259.
- Pitman, A.R. (1991). Design Considerations for Nutrient Removal Activated Sludge Plants. *Water Sci. Technol.* **23**, 781-790.

- Pitman, A.R., Lötter, L.H., Alexander, W.V., Deacon, S.L. (1992) Fermentation of Raw Sludge and Elutriation of Resultant Fatty Acids to Promote Excess Biological Phosphorus Removal. *Water Sci. Technol.* **25**, 4-5, 185-194.
- Rabinowitz, B, Koch, F.A, Vassos, T.D., Oldham, W.K. (1987). A New Operational Mode for a Primary Sludge Fermenter for use with the Enhanced Biological Phosphorus Removal. In RAMADORI, R, editor, Biological Phosphate Removal from Wastewaters. *Adv. Water Pollut. Control*, 4, 349-352. Pergamon Press.
- Randall, C.W., Barnard, J.L., Stensel, H.D. (1992). *Design and Retrofit of Wastewater Treatment Plants for Biological Nutrient Removal*. Technomic Publishing Co., Lancaster.
- Randall A.A., Benefield, D.L., Hill, W., Nicol, J.P., Boman G.K., Jing, R. S. (1997). The Effect of Volatile Fatty Acids on Enhanced Biological Phosphorus Removal and Population Structure in Anaerobic/Aerobic Sequencing Batch Reactors. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, 153-160.
- Raunkjær, K., Hvitved-Jacobsen, T., Nielsen, P.H. (1995). Transformation of Organic Matter in a Gravity Sewer. *Water Environment Research*, **67**, 181-188.
- Real Decreto 849/1986, del 11 de Abril, BOE 103, 30-4-1986 y BOE 157, 2-7-1986.
- Real Decreto-Ley 11/1995, del 28 de Diciembre. BOE 312, 30-12-1995.
- Rim, Y.T., Yang, H.J., Yoon, C.H., Kim, Y.S., Seo, J.B., Tye, J.K., Shin, E.B. (1997). Full-Scale Test of a Biological Nutrients Removal System Using the Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, pp. 241-247.
- Rohlich, G.A., Uttormark, P.D. (1972). Wastewater Treatment and Eutrofication. En Likens, G.E., editor: *Nutrients and Eutrophication. Special Symposia. Vol. 1. Proceedings of the Symposium on Nutrients and Eutrophication: the Limiting-Nutrient Controversy*. The American Society of Limnology and Oceanography.
- Ros, J., Miracle, M.R., Vallespinós, F., Estrada, M., Flos, J., Planas, M.D., Riera, T., Lavall, A. (1979). *Prácticas de Ecología*. Ed. Omega Barcelona, 181.
- Rössle, W.H., Pretorius, W.A. (2001). A Review of Characterisation Requirements for In-line Prefermenters Paper 2: Process Characterisation. *Water SA*, 27, 3, 413-422.
- Salvadó, H. (1990). *Estudi de Protozoos Ciliats en Plantes de Trament Biològic de les Aigües Residuals*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Salvadó, H. (1999). Observación Microscópica del Fango (I): Identificación y Significación de Protozoos y Metazoos. En: *Curs d'Identificació i Control de Microorganismes Filamentosos en Fangs Activats*. Facultat de Farmacia, Universitat de Barcelona, España.
- Sanpedro, D.C., Mino, T., Matsuo, T. (1994). Evaluation of the Rate of Hydrolysis of Slowly Biodegradable COD (Sbcod) using as Substrate under Anaerobic, Anoxic and Aerobic Conditions. *Water Sci. Technol.* **30**, 11, 191-199.



- Scheleypen, O., Michel, I., Siewert, H.E. (1997). Sequencing Batch Reactors with Continuous Inflow for Small Communities in Rural Areas of Bavaria. *Water Science and Technology*, **35**, 1, pp. 269-276.
- Sedlak, R.I. (1991). *Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Wastewater, Principles and Practices*. 2ª. edición. Lewis Publishers.
- Sezgin, M., Jenkins, D., Parker, D.S. (1978). A Unified Theory of Filamentous Activated Sludge Bulking. *Journal WPCF*, **50**, 362-381
- Siebritz, I.P., Ekama, G.A., Marais, G. v. R. (1983) A Parametric Model for Biological Excess Phosphorus Removal. *Water Sci. Technol.*, **15**, 127-152.
- Skalsky, D.S., Daigger, G.T. (1995). Wastewater Solids Fermentation for Volatile Acid Production and Enhanced Biological Phosphorus Removal. *Water Environ. Res.* **67**, 2, 230-237.
- Smolders, G.J.F., van der Meij, J., van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (1994). Model of the Anaerobic Metabolism of the Biological Phosphorus Removal Process: Stoichiometry and pH Influence. *Biotechnology and Bioengineering*, 43:461-470.
- Smolders, G.J.F., van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (1995) A Metabolic Model for the Biological Phosphorus Removal. *Water Science and Technology*, **31**, 2, pp. 79-93.
- Sollfrank U., Gujer W. (1991) Characterisation of Domestic Wastewater for Mathematical Modelling of the Activated Sludge Process. *Water Sci. Technol.* **23**, Kyoto, 1057-1066.
- Spanjers, H., Vanrolleghem, P. (1994). Respirometry as a Tool for Rapid Characterization of Wastewater and Activated Sludge. *Water Sci. Technol.* **31**, 2, 105-114.
- Stainer, R.Y., Ingraham, J.L., Wheelis, M.L, Painter, P.R. (1991). *Microbiología*. 2ª. edición. Reverté: Barcelona.
- Standard Methods, (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *APHA – AWWA – WPCF*, Washington, D.C.
- Stern, L.B., Marais G. v R. (1974). Sewage as Electron Donor in Biological Denitrification. *Research Report W7*. Dept. Civil Eng., Univ. of Cape Town, Rondebosch 7700, South Africa.
- Sudo, R. y Aiba S. (1984). Role and Function of Protozoa in the Biological Treatment of Polluted Waters, *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, **29**, 117-141.
- Tandoi, V., Ramadori, R. (1991), Biochemical and Microbiological Aspects in Enhanced Biological Phosphorus Removal Processes, *Biological Approach to Sewage Treatment Process: Current Status and Perspectives*, pp. 353-359.

- Tasli, R., Orhon D., Artan, N. (1999). The Effect of Substrate Composition on the Nutrient Removal Potential of Sequencing Batch Reactors. *Water SA*. **25**, 3, pp. 337-344.
- Teira Esmatges, M.R. (1996). Bases microbiológicas, microorganismos nitrificantes, desnitrificantes y con capacidad de acumular fósforo. En *2n Curs d'Enginyeria Ambiental. Eliminació de nutrients en aigües residuals*. Lleida, 28-30 de cotubre de 1996.
- Torrijos, M., Cerro, RM., Capdeville, B., Zeghal, S, Payraudeau M., Lesouef A. (1994). Sequencing Batch Reactor: Tool for Wastewater Characterization for the IAWPRC Model. *Water Sci. Technol.* **29**, 7, 81-90.
- T'Seyen, G. (1986). Elimination du phosphore des eaux résiduaires par voie biologique, Doctorate thesis, University of Metz.
- Ubukata, Y., Takii, S. (1994). Induction method of excess phosphate accumulation for phosphate removig bacteria isolated from anaerobic activated sludge. *Water Sci. Technol.* **30**, 6, pp. 221-227.
- Umble, A.K., Ketchum Jr., L.H. (1997). A Strategy for Coupling Municipal Wastewater Treatment using the Sequencing Batch Reactor with Effluent Nutrient Recovery through Aquaculture. *Water Sci. Technol.* **35**, 1, pp. 177-184.
- UPC (1985), Taules d'estadística. Escola Técnica Superior d'enginyers insustrials de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Venter, S.L., Halliday, J., Pitman, A.R. (1978). Optimisation of the Johannesburg
- Wallen, L.L. Davis, E.N. (1972). Biopolymers of Activated Sludge. *Environmental Science and Technology*, **6**, 161-164.
- Wallen, L.L. Rohwedder, W.K. (1974). Poly- $\beta$ -hydroxyalkanoate from Activated Sludge *Environmental Science and Technology*, **8**, 576-578.
- Wanner, J., Kucman, V. Ottova y Grau P. (1987). Effect of Anaerobic Conditions on Activated Sludge Filamentous Bulking in Laboratory Systems, *Water Research*, **21**, 12, pp.1541-1546.
- Wanner, J. (1994). *Activated Sludge Bulking and Foaming Control*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster.
- Wentzel, M.C., Dold, P.L., Ekama, G.A., Marais, G.v.R. (1985). Kinetics of Biological Phosphorus Release. *Water Sci. Technol.* **17**, 57-71
- Wentzel, M.C., Loewenthal, R.E., Ekama, G.A., Marais, G.v.R. (1988). Enhanced Polyphosphate Organism Cultures in Activated Sludge Systems. Part 1: Enhanced Culture Development. *Water S.A.* **14**, 81-92.
- Wentzel, M.C., Ekama, G.A., Dold, P.L., Marais, R. (1990). Biological Excess Phosphorus Removal –Stady State Process Desing- *Water SA*, **16**, 1, pp. 29-48.

- 
- Wentzel, M.C., Lötter, L.H., Ekama G.A., Loewenthal, R.E., Marais, G. (1991). Evaluation of biochemical models for biological excess phosphorus removal. *Water Science and Technology*, **23**, 4-6, 567-576.
- Wentzel, M.C., Ekama, G.A., Marais, R. (1992). Processes and Modelling of Nitrification Denitrification Biological Excess Phosphorus Removal Systems – a Review. *Water Sci. Technol.* **25**, 6, 59-82.
- Wentzel, M.C., Mbewe A., Ekama, G.A. (1995). Batch Test for Measurement of Readily Biodegradable COD and Active Organism Concentrations in Municipal Waste Waters. *Water SA*. **21**, 2, 177-123.
- Wetzel, R.G. (1983). *Limnology*. (2nd edn.) Saunders College Publishing, Philadelphia, USA.
- Witteborg, A., Last, A., Hamming, R., Hemmers, I. (1996). Respirometry for Determination of the Influent Ss- Concentration. *Water Sci. Technol.* **33**, 1, 311-323.
- Xu, S., Hasselblad, S. (1996). A Simple Biological Method to Estimate the Readily Biodegradable Organic Matter in Wastewater. *Water Research*. **30**, 4, 1023-1025.

