

## PROGRAMA DE CURSO

| CÓDIGO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | NOMBRE DEL CURSO                             |                                                                          |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| CI-66T                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | SEMINARIO DESALINIZACIÓN POR OSMOSIS INVERSA |                                                                          |                                                                                    |
| NÚMERO DE UNIDADES DOCENTES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | HORAS DE CÁTEDRA                             | HORAS DE DOCENCIA AUXILIAR                                               | HORAS DE TRABAJO PERSONAL                                                          |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3,0                                          | 0,0                                                                      | 5,0                                                                                |
| REQUISITOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              | REQUISITOS DE CONTENIDOS ESPECÍFICOS                                     | CARÁCTER DEL CURSO                                                                 |
| CI51I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>Calidad del Agua (CI51I)</li></ul> | Electivo para Carrera de Ingeniería Civil, Mención Hidráulica Sanitaria Ambiental. |
| PROPÓSITO DEL CURSO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              |                                                                          |                                                                                    |
| <p>Curso de carácter teórico/práctico que permite estudiar principios de calidad del agua y tratamientos convencionales de agua potable; analizar y aplicar los principios de hidráulica de tuberías y equipos de impulsión para posteriormente estudiar las tecnologías avanzadas de agua mediante membranas, específicamente osmosis inversa.</p> <p>Incluye aplicaciones con ejemplos de cálculo para diseño de plantas desaladoras por osmosis inversa. Finalmente el seminario terminará con presentaciones grupales de ejemplos de aplicación.</p> |                                              |                                                                          |                                                                                    |
| OBJETIVO GENERAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                              |                                                                          |                                                                                    |
| <p>Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:</p> <p>Entender y analizar el proceso de desalinización por Osmosis Inversa.</p> <p>Entender y analizar el transporte y distribución de agua.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                              |                                                                          |                                                                                    |

## UNIDADES TEMÁTICAS

| NÚMERO     | NOMBRE DE LA UNIDAD                         | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Introducción calidad de agua                | Identificar los parámetros de calidad de agua para entender y diseñar sistemas de tratamiento apropiados.                                                                                                                                                                                          |
| DURACIÓN   |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 semanas  |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CONTENIDOS |                                             | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.1.       | Introducción Problemática escasez del agua. | Buiteman J.P, 2009)<br>Chemestry Fundamentals and Applications, Capitulo 3,4 y 5, UNESCO-IHE Lectures notes. (Schippers J.P, 2009) Drinking Water Quality, UNESCO-IHE Lectures notes. (MWH, 2005) Water Treatment: Principles and Design, Second Edition, MWH, John Wiley & Sons, Inc. Capítulo 2. |
| 1.2.       | Parámetros de calidad para agua potable.    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.3.       | Repaso Química del Agua (parte I).          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.4.       | Repaso Química del Agua (parte II).         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| NÚMERO     | NOMBRE DE LA UNIDAD                                                                    | OBJETIVOS                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2          | Fundamentos Tratamiento de agua.                                                       | Entender los procesos convencionales de tratamiento de agua.                                                         |
| DURACIÓN   |                                                                                        |                                                                                                                      |
| 2 semanas  |                                                                                        |                                                                                                                      |
| CONTENIDOS |                                                                                        | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                         |
| 2.1.       | Fundamentos tratamiento convencional agua potable (parte I): Coagulación-Floculación   | (MWH,2005) Water Treatment: Principles and Design, Second Edition, MWH, John Wiley & Sons, Inc. Capítulo 9, 10 y 11. |
| 2.2.       | Fundamentos tratamiento convencional agua potable (parte II): Sedimentación-Filtración |                                                                                                                      |

| NÚMERO     | NOMBRE DE LA UNIDAD                                                              | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3          | Tratamientos avanzados de agua.                                                  | Estudiar las tecnologías de membranas para tratamiento de agua.                                                                                                                                                                                         |
| DURACIÓN   |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5 semanas  |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| CONTENIDOS |                                                                                  | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3.1.       | Ejemplos plantas convencionales.                                                 | Kennedy M. & Schippers, J.P (2008) Fundamentals of Reverse Osmosis Technology, UNESCO-IHE Lectures Notes (Wilf, 2007) The Guidebook to Membrane Technology, Desalination Publications. AWWA M46 (2007), Reverse Osmosis and Nanofiltration, Capítulo 2. |
| 3.2.       | Tratamientos Avanzados de Agua mediante Membranas.                               |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.3.       | Proceso de Osmosis Inversa.                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.4.       | Proceso Desalación por Osmosis Inversa de agua Mar (Parte I): Pre-tratamiento.   |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.5.       | Proceso Desalación por Osmosis Inversa de agua Mar (Parte II): Post tratamiento. |                                                                                                                                                                                                                                                         |

| NÚMERO                | NOMBRE DE LA UNIDAD                                                                                  | OBJETIVOS                                                                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 4                     | Diseño de Plantas de Desalinización mediante Osmosis Inversa                                         | Aplicación de diseño de Plantas de Desalinización mediante Osmosis Inversa.   |
| DURACIÓN<br>2 semanas |                                                                                                      |                                                                               |
| CONTENIDOS            |                                                                                                      | BIBLIOGRAFÍA                                                                  |
| 4.1.                  | Diseño de Plantas de Desalación Osmosis Inversa, aplicaciones y ejemplos de cálculo.                 | (Wilf, 2007) The Guidebook to Membrane Technology, Desalination Publications. |
| 4.2.                  | Modelación asistida para diseño Plantas Osmosis Inversa por computador: software IMSDesign and ROSA. |                                                                               |

| NÚMERO     | NOMBRE DE LA UNIDAD                                                       | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5          | Modelación Transporte y Distribución de agua                              | Aplicación teoría y fundamentos hidráulica de tuberías, equipos de bombeo e instrumentación.                                                                                                                                              |
| DURACIÓN   |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3 semanas  |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| CONTENIDOS |                                                                           | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                                                                                                                                              |
| 5.1.       | Demandas y consumos de agua potable (ejemplos de cálculo y aplicaciones). | (Trifunovic N., 2009)<br>Computer Modeling of Water Distribution Networks, UNESCO-IHE<br>(Tullis,1989) Hydraulic of Pipelines, Pumps, Valves, Cavitation and Transients<br>ASME B31-3 Process Piping, ASTM F714<br>AWWA Manual M11 (1989) |
| 5.2.       | Modelación Epanet Sistemas de distribución de agua potable.               |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5.3.       | Impulsiones a altas presiones y fundamentos Golpe Ariete.                 |                                                                                                                                                                                                                                           |

| BIBLIOGRAFÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | EVALUACIÓN                                            |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| <p>[Vairavamorthy]<br/>Vairavamorthy K., (2006) Switch: Managing Water in the City of the Future New Concepts in Integrated Management of the Urban Water Cycle Singapore International Water Week Workshop - 22nd June.</p> <p>[MWH]<br/>Water Treatment: Principles and Design. Second Edition, MWH, John Wiley &amp; Sons, Inc (2005).</p> <p>[Buiteman]<br/>Buiteman J.P, (2009) Chemistry Fundamentals and Applications, UNESCO-IHE Lectures notes;</p> <p>1er Seminario Internacional de Desalación en Antofagasta (2008).</p> <p>[WIM2010]<br/>II International Conference on Water Management in the Mining Industry (2010).</p> <p>[AWWA M46]<br/>AWWA M46 (2007), Reverse Osmosis and Nanofiltration.</p> <p>[Wilf]<br/>Wilf, M. (2007) The Guidebook to Membrane Technology, Desalination Publications.</p> <p>[Schipppers]<br/>Schipppers, J.P, Kennedy M., Amy G. (2008) Membrane Technology in Drinking &amp; Industrial Water Treatment, UNESCO-IHE, European Desalination Society</p> <p>[Trifunovic]<br/>Trifunovic, N. (2009) Computer Modeling of Water Distribution Networks, UNESCO-IHE</p> <p>[ASME B31-3]<br/>ASME B31-3 Process Piping,</p> <p>[AWWA M11]<br/>AWWA Manual M11 (1989)</p> | Evaluaciones parciales (tareas) y un proyecto grupal. |                   |
| FECHA DE VIGENCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ELABORADO POR                                         | REVISADO POR      |
| Primavera 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rubén Muñoz, Msc.                                     | Rubén Muñoz, Msc. |