

## ANEXO RESOLUCIÓN HCD N°166/00 PLANIFICACIÓN DE LA DISCIPLINA

### 1. IDENTIFICACIÓN

1.I. **Nombre de la Asignatura:** **INGENIERIA SANITARIA**

1.II. **Carrera:** **INGENIERÍA CIVIL**

1.III. **Ubicación de la Asignatura / Obligación curricular en el Plan de Estudios**

1.III.1. **Módulo – Año:** Ingeniería Sanitaria en el octavo módulo.

1.III.2. **Correlativas Anteriores:** *Ingeniería Sanitaria* es correlativa de Hidrología

1.III.3. **Correlativas Posteriores:** *Ingeniería Ambiental*

1.IV. **Objetivos Establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura / Obligación Curricular:**

#### **Ingeniería Civil**

- ☞ Recopilar información para la formulación de proyectos
- ☞ Analizar y procesar información recopilada
- ☞ Dimensionar y proyectar instalaciones sanitarias
- ☞ Conocer la organización, funcionamiento y mantenimiento de los servicios sanitarios.

1.V. **Contenidos mínimos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura / Obligación curricular:**

Salud. Ingeniería Sanitaria. Microbiología. Sistemas de abastecimiento de agua potable e industrial: fuentes, captación, potabilización, almacenamiento y distribución. Sistemas hidráulicos complementarios. Sistemas de alcantarillado cloacal: red, tratamiento de los líquidos residuales. Impacto Ambiental. Desagües pluviales. Eliminación y tratamiento de residuos sólidos. Contaminación del aire.

1.VI. **Carga Horaria Semanal y Total:** La carga horaria son 6 hs semanales más las clases de consulta.

1.VII. **Año Académico:** 2009

### 2. PRESENTACIÓN

2.I. **Ubicación de la asignatura como tramo de conocimiento de una disciplina:**

Forma parte de las asignaturas o disciplinas que se pueden considerar dentro del tramo profesional. En sí misma, la Ingeniería Sanitaria es una especialización, e involucra aspectos tan importantes como la Salud Pública, con quien se encuentra íntimamente relacionada. Además, hoy ha tomado estado público y en la consciencia de las personas, la necesidad de preservar nuestro planeta y por ello se requiere en forma permanente, en todo proyecto, la evaluación del impacto ambiental que el mismo genera.

La necesidad de contar con agua potable, de eliminar y tratar los líquidos cloacales, recolectar y disponer adecuadamente los residuos sólidos y evitar la reducción de la capa de ozono y disminuir la contaminación del aire que respiramos, son prioridades más que nunca. Con la Ingeniería Sanitaria se pretende formar profesionales aptos para dar soluciones a los problemas actuales y que estén en condiciones de prevenir los futuros.

## 2.II. Conocimientos y habilidades previas que permitan encarar el aprendizaje de la asignatura:

El aprendizaje de esta asignatura requiere los conocimientos básicos que enseñan la física, química, hidráulica general e hidrología (tanto superficial como subterránea). Todos ellos en relación con los contenidos detallados en la Programación de los Contenidos.

## 3. OBJETIVOS

### 3.I. Objetivos Generales.

Se pretende que el alumno internalice distintos métodos para la solución de problemas de ingeniería, especialmente los relativos a la ingeniería sanitaria, tales como la construcción y operación de las instalaciones de sistemas de saneamiento, brindar soluciones a la contaminación de las aguas naturales y plantear condiciones en la eliminación de las aguas residuales. Además generar la necesidad de trabajar en equipo y debatir cuestiones éticas en lo relativo a rentabilidad versus la responsabilidad social de una empresa de saneamiento o de aquellas empresas que generan desechos nocivos.

### 3.II. Objetivos Específicos.

- ☞ Capacitar al alumno para recopilar información, analizarla y producir el diagnóstico correspondiente;
- ☞ Adquirir los conocimientos necesarios que le permitan diseñar las instalaciones que forman parte de un sistema sanitario.
- ☞ Manejo de expresiones que le permitan trabajar en un ámbito multidisciplinario.

## 4. SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

### 4.I. Programación sintética sobre la base de contenidos mínimos.

Los contenidos mínimos previstos en Ingeniería Sanitaria para la carrera de Ingeniería Civil son los siguientes:

Ingeniería Sanitaria: Desagües y drenajes naturales. Abastecimiento de agua potable e industrial. Alcantarillado y depuración de líquidos residuales. Basura urbana. Contaminación del aire.

*Objetivos de la unidad:* recopilar información necesaria para la formulación de proyectos y criterio adecuado para suplir la faltante, analizar y procesar la información recopilada, dimensionar y proyectar instalaciones sanitarias, conocer la organización, funcionamiento y mantenimiento de los servicios sanitarios, aplicar métodos de cálculo más conveniente.

Respecto a la programación sintética, la asignatura puede dividirse en las siguientes unidades temáticas:

- ☞ Introducción a la ingeniería sanitaria: Salud. Microbiología. Estudios socioeconómicos y de caudales.
- ☞ Sistemas de abastecimiento de agua potable: Distintos tipos de fuentes y su captación. Calidad de las aguas. Potabilización. Almacenamiento. Conducción y distribución de agua potable.
- ☞ Sistemas de alcantarillado cloacal: Sistemas de alcantarillado cloacal: redes, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, emisores. Impacto ambiental.

☞ Residuos sólidos - Saneamiento ambiental: Residuos sólidos, acopio, recogida, evacuación y tratamiento. Contaminación del aire.

#### 4.II. Articulación temática de la Asignatura:

#### 4.III. Programa Analítico.

##### Introducción a la ingeniería sanitaria

*Unidad N°1.* Aspectos Generales. Salud. Salubridad. Higiene. Saneamiento. Ingeniería Sanitaria. Microbiología: Fundamentos de microbiología. Distintos tipos de microorganismos. Enfermedades infecciosas entéricas. Enfermedades transmitidas por artrópodos (vectores). Enfermedades profesionales y seguridad industrial. Enfermedades de transmisión aérea. Reseña de la situación provincial y nacional en agua y alcantarillado cloacal.

*Unidad N°2.* Determinación de caudales: Estudios básicos: Topográficos, Hidrológicos, Socio - Económicos - de Suelos. Estudio de Población: antecedentes, densidad y distribución, previsiones de población, índice de crecimiento, período de diseño. Dotación: consumo de agua en las ciudades, en industrias. Fluctuaciones en los consumos. Necesidades de agua. Sistema de abastecimiento. Regímenes de Consumo. Consumo y uso del agua. Consumo doméstico, de aseo e higiene. Necesidades públicas. Caudales de aguas residuales, variaciones, infiltración de aguas subterráneas. Planteo de Alternativas. Incidencia de los sistemas tarifarios en los consumos, micromedición. Necesidades de agua en comercios e industrias. Sistemas de abastecimiento de agua para poblaciones e industrias y régimen de consumo y funcionamiento del servicio.

##### Sistemas de abastecimiento de agua potable.

*Unidad N°3.* Fuentes para la captación de aguas para el uso de poblaciones e industrias. Origen de las aguas aprovechables. Agua Superficial: de lluvia, de ríos, canales, represas, embalses, lagos, etc. Aguas Subterráneas: la capa freática, acuíferos profundos.

*Unidad N°4.* Captación de aguas y obras de Toma. Captación de aguas meteóricas. Consumo y cálculo del volumen del almacenamiento. Cálculo de la superficie de captación. Diseño de obras de toma. Capacidad de represas. Características constructivas. Captación de aguas subterráneas. Origen del agua en el subsuelo. Hidráulica subterránea. Prospección de las aguas subterráneas. Diseño de perforaciones, equipos de bombeo, filtros. Galerías filtrantes. Métodos de captación en ríos de llanura. Ejemplos de tomas en ríos de llanura. Captación de agua en ríos de montaña. Captación en canales.

*Unidad N°5.* Potabilización de aguas. Características cualitativas de agua natural. Aspectos que debe cumplir un agua para ser potable: físicas, químicas y microbiológicas. Distintas Normas: nacionales e internacionales. Características del agua para uso industrial. Generalidades de los procesos de tratamiento. Aireación. Productos químicos: dosificación, usos. Coagulación y Floculación. Coloides. Agitación: gradiente de velocidad y número de Camps. Coagulantes. Ensayos de laboratorio. Cálculo y diseño de las estructuras de mezcla y floculación. Sistemas mecánicos y sistemas hidráulicos para la dispersión y floculación. Polielectrolitos: naturales y artificiales. Sedimentación. Tipos de sedimentación en función de las características de la partícula. Clasificación por decantación de sólidos. Tipos de Sedimentadores: desarenadores, convencionales, de alta tasa (seditubos o de placas), radiales. Dispositivos de entradas, salida, alimentación de agua floculada, etc. Cálculo y diseño. Limpieza de Sedimentadores. Filtros. Medio filtrante. Manto sostén. Controles: nivel y caudal. Lavado de filtros: pérdida de carga, expansión, volumen de reserva y altura del reservorio. Prefiltros. Filtros rápidos. Filtros rápidos a presión. Filtros multimantos. Filtros de flujo ascendente. Filtros Lentos. Depuración por contacto. Desinfección de las aguas. Fluoración. Alcalinidad y dureza. PH de saturación. Casos especiales de tratamiento. Ablandamiento.

- Disminución de contaminantes químicos: flúor, sulfatos, arsénico. Ósmosis Inversa. Resinas de Intercambio. Diseño de las plantas potabilizadoras. Operación y Mantenimiento de un sistema de provisión de agua potable.
- Unidad N°6.* Edificios de Regulación, Reserva y Presión: Cisternas. Tanques elevados. Equipos hidroneumáticos. Bombas booster. Cálculo y diseño.
- Unidad N°7.* Conducción y distribución del agua. Distintos tipos de cañería: P.V.C., P.R.F.V., Polietileno, Hierro Fundido, etc. Acueductos: trazado, cálculo y diseño. Diámetro económico. Verificación al golpe de ariete, sistemas antiariete. Red de Distribución: redes abiertas y redes Cerradas: trazado, cálculo (método Estándar Mejorado y verificación por el método de Cross), diseño (detalle de nudos, válvulas, hidrantes, etc.). Construcción de acueductos y redes distribuidoras. Anclajes. Lavado y desinfección. Operación y Mantenimiento. Uso de herramientas informáticas para la resolución de problemas (Epanet, Cypecad, watercad).
- Unidad N°8.* Equipos y Estaciones de Elevación de las Aguas: Bombas y motores. Estaciones de bombeo. Bombas en serie y en paralelo.

#### Sistemas de alcantarillado cloacal.

- Unidad N°9.* Consideraciones Generales: Sistemas y esquemas de desagües. Datos básicos para el proyecto de desagües.
- Unidad N°10.* Red de Alcantarillado Cloacal: Proyecto y Cálculo de redes de desagües cloacales, métodos computacionales. Distintos tipos de cañerías. Velocidad de autolimpieza. Edificios y elementos de las redes. Construcción de las redes, depresión de napas. Estaciones de bombeo, distintos tipos, bombas, consideraciones generales para la elección de una bomba, análisis del sistema, golpe de ariete, diámetro económico y diseño. Bocas de Registro, accesorios. Explotación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado cloacal.
- Unidad N°11.* Tratamiento de los líquidos Residuales: Composición y propiedad de los líquidos residuales. Características físicas, químicas y biológicas. Operaciones Físicas Unitarias: desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación. Procesos Químicos unitarios: cinética de reacción, precipitación química, transferencia de gases, adsorción, desinfección. Tratamiento Físico y Químico de aguas residuales: rejillas, tamices, trituradores; desarenadores; pretratamiento; sedimentación primaria; flotación; tanques Imhoff y fosas sépticas; cloración. Tratamiento biológico del agua residual. Barros activados, tipos de procesos, diseño. Lechos percoladores, diseños. Lagunas de Estabilización: anaerobias, aeróbicas, facultativas, aireadas. Zanjales de oxidación. Tratamiento y disposición de los barros: procedencia, cantidad, características. Concentración. Digestión anaerobia y aerobia. Acondicionamiento. Deshidratación. Evacuación final. Otros tratamientos del agua residual. Explotación y mantenimiento de una planta de tratamiento. Generalidades sobre tratamiento de Líquidos industriales, sus características. Desagüe de las plantas industriales y hospitales.

#### Residuos sólidos - Saneamiento ambiental.

- Unidad N°12.* Generalidades. Organización del servicio. Clasificación de Basura y Normas de Acumulación. La técnica de la Limpieza Pública. Acopio, Recogida y evacuación de la basura urbana. Equipamiento. Tratamiento y destino final de los residuos urbanos. Residuos Peligrosos. Disposición.
- Unidad N°13.* Contaminación del aire y métodos de combatirla. Ruidos molestos. Vibraciones. Saneamiento y urbanismo.

#### 4.IV. Programa de Trabajos Prácticos

##### Trabajo Práctico N° 1. Análisis Poblacional y de Caudales. Captación de Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas

El Práctico constará de tres partes:

- a. *Estudio poblacional y determinación de caudales.* Se hará una reseña de cuáles son los elementos necesarios para abordar un proyecto, tales como la recopilación de antecedentes, trabajos de campaña (informaciones preliminares) estudio de las fuentes en lo referente a cantidad, calidad y distancia y desnivel, operaciones topográficas, naturaleza de los terrenos, estudios socio económicos, etc. Haciendo hincapié en la importancia de contar con estudios socio - económicos que nos brinden las necesidades primordiales de la población a servir, número de habitantes, ingresos medios, distribución urbana de los pobladores, etc. sobre la base de los estudios realizados se debe efectuar la evaluación del crecimiento poblacional por diferentes métodos (Progresión aritmética, geométrica, tasa de decrecimiento, curva logística, etc.), definición de la dotación, del período de diseño y de los distintos factores que influyen en el consumo (clima, presión en la red, número de industrias, calidad del agua, instalación de medidores, etc.). Todos estos datos, deben ser evaluados por el proyectista, para que el diseño resultante sea acorde con la realidad social y económica de la población, elaborando luego, un anteproyecto sobre el cuál podrá definirse la factibilidad de la obra.
- b. *Captación de Aguas Superficiales:* Se analizan distintos tipos sobre la base de un estudio técnico - económico, a características generales y particulares en función del tipo de fuente, planteándose distintas alternativas: Toma Lateral, Toma Sumergida, Toma Flotante, Toma Rejilla, Presa de Derivación, Muelles Toma, etc. Como así también elementos constitutivos como conductos, canales, filtros toma, rejillas, etc.  
Se dimensiona además la cañería de impulsión utilizando el Método del Diámetro Económico y su verificación al golpe de ariete, asimismo la elección del equipo de bombeo adecuado y verificación del A.N.P.A..
- c. *Captación de Aguas Subterráneas:* sobre la base de planillas de Depresión y Recuperación de una perforación existente, en este Práctico se calculan las características hidráulicas del acuífero (Transmisibilidad, Capacidad Específica, Coeficiente de Permeabilidad, Eficiencia del Pozo, Características de la electrobomba a utilizar, etc.). Sobre la base de los datos mencionados precedentemente, se debe calcular y diseñar la perforación. Se utilizará el Método de Jacob.

##### Trabajo Práctico N° 2. Conducción y Distribución de Agua.

En la ejecución de éste Práctico se persigue que el alumno se familiarice con las características elementales que deben tener un Acueducto y una Red de Distribución, como así también, los elementos que los componen, materiales (ventajas y desventajas de cada uno de ellos), contralor de las obras, formas de lavado y desinfección, etc. El Práctico consistirá en:

- a. *Cálculo y Diseño de un Acueducto:* con la particularidad de contar con desnivel topográfico favorable y verificación al golpe de ariete.
- b. *Cálculo y Diseño de una Red de Distribución:* la misma debe ser de mallas cerradas, calculada mediante el Método Estándar Mejorado y verificada por el Método de Cross. Cabe acotar que aquí se utilizarán Programas Computacionales, a efectos de verificar las presiones y plantear escurrimientos a partir de la modificación de ubicación y altura del tanque elevado. Además, en ambos casos, se explicarán detalles de nudos, ubicación de válvulas, etc., siendo necesario que el alumno interprete asimismo, la razón del uso de los coeficientes de oscilación tanto horaria como diaria.

### Trabajo Práctico N° 3. Edificios de Regulación - Reserva - Presión.

Se persigue en éste Práctico que el alumno se interiorice de la necesidad de colocar unidades de reserva (Cisternas y Tanque Elevado) y de presión (Tanque Elevado o Instalaciones Hidroneumáticas). Además se realizará un análisis de las distintas razones que inducen a elegir entre una alternativa y otra como también los problemas de operación y mantenimiento que se originan en cada caso. El Práctico consistirá en:

- a. *Cálculo y Diseño de una Cisterna:* se determinará el volumen basándose en curvas de aporte y demanda, planteando alternativas de horas de bombeo (por ejemplo considerando interrupciones en el suministro de energía eléctrica) y tiempos de operación de la Planta. Además se deben calcular las cañerías que ingresan y salen de la cisterna y se verán los distintos elementos que coadyuvan a un buen funcionamiento (ventilación, indicador de nivel, escaleras de acceso, etc.).
- b. *Cálculo y Diseño de un Tanque Elevado:* en forma similar a lo visto para el caso de una Cisterna, se determinará el volumen sobre la base de curvas de aporte y demanda planteando alternativas de horas de bombeo (por ejemplo considerando interrupciones en el suministro de energía eléctrica) y tiempos de operación de la Planta. Además se deben calcular las cañerías que ingresan y salen del Tanque Elevado y se verán los distintos elementos que coadyuvan a un buen funcionamiento (ventilación, indicador de nivel, escaleras de acceso, pararrayos, balizas, etc.).

### Trabajo Práctico N° 4. Potabilización de Aguas Naturales

En el tema Potabilización se verán las características que debe tener un agua para consumo humano, es decir, en el aspecto físico (turbiedad, color, olor, sabor, etc.), químico (contenido, calidad y cantidad de las distintas sales admisibles del agua), y bacteriológicas (indicadores de este tipo de contaminante y ubicación y determinación de la fuente de contaminación). Se hará una reseña de las zonas de la Provincia de Santiago del Estero que tienen agua contaminada químicamente, tipo de contaminantes, problemas que acarrea y formas de tratamiento.

Visto las características que debe tener un agua potable se analizarán los tratamientos convencionales para un agua superficial y se compararán técnica y económicamente con los tratamientos modernos como ser: uso de polielectrolitos como ayudante en el proceso de floculación y/o coagulación, decantación de alta tasa (placas seditubos), filtros multicapas, corrección de PH, adición de Flúor, etc. Además se analizarán los distintos tipos de cloración (al break point y al amonio), concepto de PH de saturación, etc. El Práctico consistirá de dos partes:

- a. *Cálculo y Diseño de una Planta Potabilizadora con Filtros Rápidos:* la fuente de abastecimiento a considerar es un río de llanura. Se calcularán las distintas estructuras de la Planta (Cámara para inyección de coagulante, floculador, decantador, filtros rápidos, etc.), ubicación de ellas, cañerías (de interconexión, de lavado, de desborde, etc.), equipos de bombeo, ubicación de salas de comando, salas químicas, etc.
- b. *Cálculo y Diseño de una Planta Potabilizadora con Filtros Lentos:* Partiendo de la base que este tipo de tratamiento es el que requiere menos operación y mantenimiento y son adecuado para poblaciones pequeñas tales como las que hay en el interior de nuestra Provincia, es que se considera conveniente que el alumno incursione muy especialmente en este tema. En forma similar a lo visto en el apartado precedente, aquí también se calcularán las distintas estructuras de la Planta (Cámara de carga, filtros lentos, etc.), ubicación de ellas, cañerías (de interconexión, de lavado, de desborde, etc.), equipos de bombeo, ubicación de salas de comando, salas químicas, etc.

### Trabajo Práctico N° 5. Red de Alcantarillado Cloacal.

Partiendo de las mismas bases mencionadas en el Práctico N° 1 en lo que a estudios se refiere, se aspira a que el alumno aprenda a proyectar una Red de Alcantarillado Cloacal y a distinguir además, cuándo debe usar un tipo u otro de cañería, como así, los accesorios corres-

pendientes en cada caso. Se analizarán aspectos constructivos y problemas diversos que se pueden presentar durante la construcción (por ejemplo napa alta lo que haría necesario la depresión de la misma ya sea por el sistema wel point o achique directo), distintos elementos constitutivos de una red tales como los tipos mas usuales de Bocas de Registro, nueva tecnología para la ejecución de las mismas, etc. El Práctico consistirá en dos partes:

- a. *Cálculo de los Caudales de Diseño:* esto ubicará al alumno sobre cuáles son los distintos caudales que se utilizan para el dimensionado de las distintas estructuras de un Sistema Cloacal desde el caudal mínimo horario actual (útil para verificar la velocidad de autolimpieza de los colectores y cloacas máximas) hasta el caudal máximo horario futuro (necesario para el diseño de la red cloacal).
- b. *Cálculo y Diseño de una Red de Alcantarillado Cloacal:* basándose en estudios topográficos reales se hará primero el trazado de las curvas de nivel, elemento fundamental para definir los sentidos de escurrimiento naturales del liquido cloacal, luego se diseñarán y calcularán las colectoras, colectores y cloacas máximas y se ubicarán las Estaciones de Bombeo

#### Trabajo Práctico N° 6. Estación de Bombeo de Líquidos Cloacales.

Determinados en el Práctico anterior los lugares adecuados para ubicar la o las Estaciones de Bombeo, ahora se verán los distintos tipos de diseño, ventajas y desventajas de cada uno de ellos (pozo seco, con bomba sumergida y eje vertical, con electrobomba sumergida, etc.), asimismo se definirán los objetivos de cada estación de bombeo (elevadora, terminal, etc.). Se verán las relaciones existentes entre los caudales afluentes y los de bombeo. Se analizarán los distintos equipos de bombeo existentes en el mercado y partiendo de las curvas características de esos equipos, se comparará con la curva de la instalación.

El Práctico consistirá en el Cálculo y Diseño de una Estación de Bombeo y cálculo de la Cañería de Impulsión.

#### Trabajo Práctico N° 7. Tratamiento de Líquidos Cloacales.

Se impartirán conceptos de los aspectos referentes a la composición, concentración y condición del liquido cloacal, como así también a las características físicas (sólidos disueltos, sólidos suspendidos, temperatura, color, olor, turbiedad), químicos (PH, alcalinidad, cloruros, nitrógeno, sulfatos, fósforo, demanda de cloro, etc.), y biológicas (proteínas, grasas, detergente, etc.) y también la D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno), su diferencia con la D.Q.O. (Demanda Química de Oxígeno) y relación con el Oxígeno Disuelto. Por otro parte se compararán las características de distintos líquidos industriales y alternativas de tratamiento. Partiendo de lo mencionado precedentemente, se plantearán los tipos de tratamiento que se pueden aplicar a un liquido cloacal, sujetos a la ubicación de la Planta, tipo y características del Cuerpo Receptor, etc. Se dará las bases para el Diseño de Plantas con Barros Activados, Zanjias de Oxidación, Lechos Percoladores y fundamentalmente Lagunas de Estabilización, dado que es la que más se adecua por razones financieras y de mantenimiento a los actuales tiempos. El Práctico consistirá en:

- a. *Cálculo y Diseño de una Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales con Lagunas de Estabilización:* Partiendo de la base que este tipo de tratamiento es el que requiere menos operación y mantenimiento y las inversiones iniciales son sustancialmente menores a otro tipo de tratamiento (dado que el costo de los terrenos en nuestra Provincia no son altos), es que se considera conveniente que el alumno incursione en este tema. Se calculará y diseñará un sistema de Lagunas Anaerobias seguida de Lagunas Facultativas.
- b. *Cálculo y Diseño de una Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales con Barros Activados.* Con los datos de D.B.O. y Sólidos Suspendidos en el Licor de Mezcla se calculará y diseñará una Planta de Tratamiento con Barros Activados de Mezcla Completa. Se incluirá **EL reactor, sedimentador secundario, aireadores, etc.** El cálculo incluye, además, la estación de bombeo, equipos, las cañerías de interconexión y de descarga.

Trabajo Práctico N° 8. Limpieza Pública y Eliminación de los Residuos Urbanos.

El alumno, debe apreciar la importancia que reviste una eficiente limpieza pública y las características que debe tener el Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos. Se analizarán los distintos tipos de Tratamiento haciendo hincapié en los Rellenos Sanitarios y su construcción adecuada, dado que una mala ejecución conlleva al peligro de contaminación de las aguas subterráneas por la percolación del lixiviado. El Práctico consistirá en una Memoria de los distintos tipos de Tratamiento de Residuos Urbanos.

**4.V. Programa y cronograma de Laboratorio**

**4.VI. Otros:** Trabajos de campo: se realizarán visitas de obra y de plantas potabilizadoras.

**5. BIBLIOGRAFÍA**

**5.I. Bibliografía General**

- R. TRELLES - “La Ingeniería Sanitaria al Resguardo de la Salud Humana”.
- WALTER ENGRACIA OLIVEIRA Y OTROS - “Técnica de Abastecimiento e Tratamiento de Agua. Tomos I y II”.
- ERNEST STEEL - “Abastecimiento para Agua Potable y Alcantarillado”
- R. TRELLES Y A. LARGHI.- “El Problema Sanitario de las Aguas destinadas a la Bebida Humana, con contenido elevado de Arsénico, Vanadio y Flúor”
- R. RILEY Y OTROS - “Recent Developments in thin Film Composite Reverse Osmosis Membrane Systems”.
- ARMANDO CUBILLOS - “Criterios para el Dimensionamiento de Lagunas de Estabilización”.
- CONSEJO FEDERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - “Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes”. 1993.

**5.II. Bibliografía Específica**

- DEGRÉMON - “Manual Técnico Del Agua”.
- RIVAS - MIJARES.- “Abastecimiento de Agua y Alcantarillado”.
- METCALF - EDDY - “Tratamiento y depuración de las aguas residuales” - Editorial Labor S.A. 1977
- GOMELLA - GUERREE - “Tratamiento de Agua para Abastecimiento Público”.
- WALTER WEBER - “Control de la Calidad del Agua. Procesos Físico Químicos”
- FRANCILIO PAES LEME - “Planejamento e Projeto dos Sistemas Urbanos de Esgotos Sanitários”.
- ILDEFONSO PUPPI - “Estrcuturacao Sanitaria das Cidades”.
- MARIO LAFLEUR - “Curso de Hidráulica y Diseño de Pozos para Captación de Aguas Subterráneas”.
- CUSTODIO Y M. LLAMAS - “Hidrología Subterránea. Tomos I y II”.



- WORD BANK - “Water Supply and Waste Disposal”.
- LUIS M. JIMÉNEZ DE CISNEROS - “Manual de Bombas”.
- RIVAS - MIJARES - “Tratamiento de Aguas Residuales”.
- MAX LOTHAR HESS - “Pequeños Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales”.
- Co.F.A.P.Y. S. - A.I.D.I.S. - “Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Cloacal - Sistemas de Tratamiento”.
- “Diseño Preliminar de Proyectos Alternativos de Tratamientos de Aguas Servidas, de las Aducciones del Agua de Riego y del Sistema de Riego”.
- DIRECCIÓN INTERAMERICANA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO - “Diseño, Operación y Mantenimiento de Lagunas de Estabilización de Aguas Residuales. Tomos I y II”.
- PAULO WILKEN - “Engenharia de Drenagem Superficial”.
- ROBERTO DUQUE - “Modelo de Drenaje Urbano y su Aplicación”.
- TRELLES - “El Problema de la Evacuación y Disposición Final de los Desechos Sólidos Municipales (basuras)”.
- CENTRO PANAMERICANO DE ING. SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (C.E.P.I.S.) - “Residuos Sólidos Peligros - Definición - Clasificación y Manejo”.

## 6. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

### 6.I. Aspectos Pedagógicos y Didácticos

El desarrollo de la Asignatura se hará mediante el dictado de clases teóricas y prácticas, habilitándose horarios de consulta y clases de apoyo. Esto se complementará, con visitas a distintas plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, planta de tratamiento de efluentes cloacales y obras en construcción.

El desarrollo de las clases responderá a la tabla que se muestra a continuación.

Tema	Unidades	Semanas
<input type="checkbox"/> Introducción a la ingeniería sanitaria	1 y 2	2
<input type="checkbox"/> Sistemas de abastecimiento de agua potable	3, 4, 5, 6, 7, 8.	5
<input type="checkbox"/> Sistemas de alcantarillado cloacal	10, 11, 12.	5
<input type="checkbox"/> Residuos sólidos - Saneamiento ambiental	13 y 14	3

En todos los casos, el marco conceptual se desarrollará a través de la exposición de los profesores y la discusión grupal. Los recursos didácticos a utilizar son la Guías de Trabajos Prácticos, videos, transparencias, pizarrón, revistas, publicaciones, apuntes de cátedra, etc.

### 6.II. Actividades de los alumnos y de los docentes

El equipo docente de la cátedra participará en todas las actividades previstas: desarrollo de temas, confección de Guías de Trabajo, evaluaciones, consultas, búsqueda de bibliografía actualizada.

Los alumnos deberán desarrollar cada trabajo práctico y exponerlos ante los docentes a los efectos de consolidar los conceptos.

Además se prevén dos visitas: una a las distintas estaciones de bombeo de la ciudad Capital y de La Banda y la otra, la visita a las plantas potabilizadoras de Arraga, Nueva Francia, Loreto, Villa Atamisqui y Laprida.

Asistencia al Congreso Anual de Ingeniería Sanitaria

### 6.III. Cuadro Sintético

### 6.IV. Recursos Didácticos

Ya especificado precedentemente.

## 7. EVALUACIÓN:

### 7.I. Evaluación Diagnóstica

Se evaluarán aspectos generales de hidráulica y química y sobre todo de las expectativas respecto a la asignatura.

### 7.II. Evaluación Formativa.

Se evaluará el aprendizaje logrado por los educandos y en función de ello se reajustará la programación con el objeto de cubrir las deficiencias de asimilación observadas. Se evaluará cada Trabajo Práctico tanto los aspectos teóricos que involucra como los criterios adoptados para la resolución del trabajo.. Los trabajos prácticos podrán ejecutarse en grupos no mayor de dos.

Para obtener la **regularidad** se debe:

- Presentar y aprobar el 40 % de los Trabajos Prácticos o aprobar las dos evaluaciones parciales.
- Cumplir con la asistencia del 80 % de asistencia a las clases prácticas.

### 7.III. Evaluación Parcial:

**Primer Parcial:** El alumno tiene la posibilidad de optar por rendir los tres primeros prácticos, previa presentación de los mismos o por una evaluación parcial teórico-práctico. Si los alumnos desaprueban en esta instancia tienen una evaluación recuperatoria teórico-práctica. Si desaprueban el recuperatorio quedan en calidad de alumnos libres

**Segundo Parcial:** El alumno tiene la posibilidad de optar por rendir el cuarto, quinto y sexto práctico, previa presentación de los mismos, o por una evaluación parcial teórico - práctico. Para tener la posibilidad de ser evaluados en esta segunda fecha deben tener presentados los dos primeros prácticos, sea cual fuere la opción. Si los alumnos desaprueban en esta instancia tienen una evaluación recuperatoria teórico - práctica en día a definir Si no aprueban el recuperatorio quedan en condición de alumnos libres.

7.IV. **Evaluación Integradora:** No está previsto realizar.

7.V. **Autoevaluación:** Se realizará mediante una encuesta cerrada.

7.VI. **Evaluación Sumativa:** No está previsto realizar.

### **7.VII. Evaluación Final.**

Se hará mediante un examen final, en forma oral, en el cual el alumno expondrá en particular sobre los temas seleccionados del programa de examen y sobre los conceptos generales necesarios para dicha exposición. En general, el examen constará de dos partes, en la primera, el alumno expondrá sobre un tema elegido por el docente y del cual tendrá conocimiento cuando el alumno lo requiera, para la exposición, podrá utilizar todos los medios audiovisuales que desee; se evaluará especialmente el grado de búsqueda de información y la profundización del tema. En la segunda parte del examen, el alumno expondrá sobre uno o más temas que el Jurado solicitará al finalizar la primera parte.

### **7.VIII. Alumnos libres.**

Los alumnos libres deberán aprobar las evaluaciones correspondientes a las siguientes etapas, cada una de ellas eliminatorias:

- ☞ Etapa I: ejecución de todos los prácticos previstos y exposición oral sobre aspectos teóricos y prácticos del mismo.
- ☞ Etapa II: Evaluación oral final, cuya modalidad será la misma que rige para los alumnos regulares.

---

**Ramón M. Paz**  
**Santiago del Estero, marzo 2009**