



## **7. FUNDAMENTACIÓN DE LOS CAMBIOS PROPUESTOS PARA EL PROGRAMA DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL**

### **CRITERIOS GENERALES**

La propuesta de actualizar el Programa de la Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental del CIMAV proviene como fruto del análisis exhaustivo del personal docente, el cual consideró una serie de factores que a continuación se describen:

La aplicación durante aproximadamente seis años del programa vigente. Dicho proceso temporal ha permitido al cuerpo docente la identificación de aspectos susceptibles de mejora así como a la identificación y consolidación de áreas de oportunidad producto del aumento de personal académico de investigación.

Aumento, diversificación y maduración del claustro de CIMAV. En la actualidad se cuenta con investigadores que tienen una alta especialización en estudios atmosféricos, radiactividad, tratamiento de agua, manejo y disposición de residuos, eficiencia energética y tecnología de los combustibles. Es por ello que el claustro está significativamente más preparado para generar un programa multidisciplinario y actualizado.

Avance y consolidación de la filosofía del desarrollo sustentable mediante aplicaciones de ciencia y tecnología ambiental para conseguir un entorno económico – social en armonía.

Mayor empleo de herramientas computacionales para la resolución de modelos matemáticos de predicción, simulación y análisis para la prevención y remediación de la contaminación ambiental.

Incremento de la interacción de CIMAV con la industria y con diferentes centros de investigación e instituciones de educación superior, lo que ha permitido tener acceso a información sobre los mercados de trabajo, así como sobre las tendencias mundiales en investigación y docencia de posgrado en ciencia y tecnología ambiental.

Retroalimentación dada por el seguimiento de egresados para identificar los casos de éxito y las dificultades para incorporarse a la vida laboral y productiva en los ámbitos privado, gubernamental y académico. Asociación de éstos con fortalezas y debilidades encontradas en la formación de los egresados.

El programa vigente se orienta hacia la contaminación ambiental y los sistemas de combustión. Sin embargo una Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental debe abarcar otras grandes áreas para cobrar mayor importancia.

Ausencia de visión de conjunto de la Ciencia y Tecnología Ambiental en el programa vigente para poder identificar las herramientas teóricas y de aplicación que ayuden a la resolución de las diferentes problemáticas ambientales.

### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROGRAMA NUEVO**

Se gana conocimiento de mayor número de áreas de la Ciencia y Tecnología Ambiental. Con el nuevo programa los graduados poseerán conocimientos suficientes de diferentes tecnologías y métodos de gestión para poder tomar decisiones pertinentes, lo mismo en remediación de suelos, simulación de eventos de contaminación ambiental por emisiones a la atmósfera, tratamiento de aguas y residuos, monitoreo de radiactividad en el ambiente, estudios en tecnologías de los combustibles y análisis del uso eficiente de sistemas térmicos entre otros.

Se aumentan las habilidades en el cálculo numérico para encontrar y optimizar las respuestas tecnológicas a diferentes panoramas de problemática ambiental, así como



para la modelación y simulación de eventos que pueden representar un riesgo de contaminación ambiental.

Se pierde la impartición de materias básicas que se dan por sentado han sido suficientemente asimiladas por el estudiante durante los estudios de Licenciatura como pueden ser aspectos de física relevantes a las problemáticas ambientales, así como conocimientos de álgebra y del cálculo diferencial e integral para el posterior entendimiento del planteamiento y de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. Estas materias se pueden reforzar en un programa previo propedéutico.

## CUADRO COMPARATIVO

A continuación se presenta un análisis comparativo de los dos programas. Se indican los vínculos pertinentes entre asignaturas.

### Ciclo Básico

Las Tablas 1 y 2 resumen los ciclos básicos u obligatorios de los dos programas.

TABLA 1: CICLO BÁSICO (OBLIGATORIO) DEL PLAN VIGENTE

FISICOQUÍMICA	QUÍMICA E INGENIERÍA AMBIENTAL	FENÓMENOS DE TRANSPORTE	FUNDAMENTOS DE LA COMBUSTIÓN	MATEMÁTICAS	SIMULACIÓN DE PROCESOS UNITARIOS
---------------	--------------------------------	-------------------------	------------------------------	-------------	----------------------------------

TABLA 2: CICLO BÁSICO (OBLIGATORIO) DEL PLAN NUEVO

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AMBIENTAL	MECÁNICA DE FLUIDOS	MATEMÁTICAS CON MÉTODOS NUMÉRICOS	DISEÑO Y CONTROL DE EXPERIMENTOS
--	---------------------	-----------------------------------	----------------------------------

Para la asignatura Fisicoquímica se ha considerado que deben impartirse los temas específicos de utilidad dentro de los temarios generales de las asignaturas de eje curricular que así lo requieran. Un caso concreto es que un tema de Fisicoquímica como lo es Termodinámica se impartirá ahora como asignatura dentro del eje curricular "Eficiencia Energética" en donde la adquisición de los conceptos termodinámicos cobra una gran importancia.

Por lo que respecta a la asignatura de Química e Ingeniería Ambiental se ha renombrado como Introducción a la Ingeniería Ambiental y se ha hecho una revisión del temario de contenidos. Este proceso hizo énfasis en las diferentes áreas donde interviene un posgraduado en el área de Ciencia y Tecnología Ambiental, así como los aspectos de las ingenierías utilizados para la resolución de las diversas problemáticas que se presentan en cada área. En los diferentes temas que se abordan se impartirán los conocimientos que de química básica, analítica, inorgánica y orgánica deba tener el alumno para poder entender los fenómenos que ocurren en agua, suelo y aire.

La asignatura de Fenómenos de Transporte se ha considerado contiene temas que son de gran incidencia en ciertos ejes curriculares en particular. La experiencia con el plan vigente aconseja que los tres tipos de Fenómenos de Transporte (cantidad de movimiento, energía y masa) se deban impartir como asignaturas por separado. El tema de Mecánica de Fluidos se ha considerado de gran impacto para todos los ejes curriculares por lo que se propone sea una asignatura obligatoria de tronco común. En el caso del tema Transferencia de Calor se ha convertido en una asignatura obligatoria del



eje curricular "Eficiencia Energética". En cuanto al tema Transporte de Masa será estudiado como tema dentro de las asignaturas que así lo han estimado conveniente como es el caso de transferencia de masa en reacciones químicas que se impartirá como tema dentro de Diseño de Reactores o el transporte de masa por difusión como tema en la asignatura Tecnología de Membranas.

La asignatura Fundamentos de la Combustión pasa a ser una asignatura optativa dentro del eje curricular Tecnología de los combustibles, teniendo el nombre de Combustión.

En lo tocante a la asignatura de Matemáticas se ha considerado que el enfoque debe darse sobre todo a la resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas y diferenciales sean lineales o no lineales a través de Métodos Numéricos. La Maestría de Ciencia y Tecnología Ambiental de CIMAV ha tomado un importante giro hacia el estudio y planteamiento de modelos matemáticos que expliquen y/o simulen los fenómenos observados tanto en el entorno como en los desarrollos tecnológicos utilizados para la resolución de los problemas de contaminación y remediación ambientales.

Al ampliarse el número de ejes curriculares, de dos a seis, se presentó la oportunidad de proponer una asignatura nueva, Diseño de Experimentos y Estadística, la cual es de gran importancia para todos los ejes curriculares.

La asignatura Simulación de Procesos Unitarios, fue revisada en su temario y se decidió que parte de este sea impartido en la asignatura Simulación Atmosférica y Dispersión de contaminantes. Dicha asignatura es una materia obligatoria dentro del eje curricular de Estudios Atmosféricos. La parte del temario correspondiente a Modelación de fenómenos de transferencia de masa se decidió sea incluido en la asignatura de Diseño de Reactores, la cual es optativa dentro de los ejes curriculares de Contaminación del Agua y de Manejo Integral de Residuos.

### **Ciclo Optativo**

<b>CLAVE</b>	<b>RELACIÓN DE OPTATIVAS VIGENTES</b>
0207	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE
0208	CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA
0209	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES
0210	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL
0211	TOXICOLOGÍA AMBIENTAL
0212	AUDITORIA Y GESTIÓN AMBIENTAL
0313	TEMAS SELECTOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
0314	FLAMAS Y AERODINÁMICA DE LA COMBUSTIÓN
0315	RUIDO DE LA COMBUSTIÓN
0316	MÉTODOS NUMÉRICOS
0317	MODELACIÓN DE LA COMBUSTIÓN
0318	TEMAS SELECTOS DE SIMULACIÓN DE PROCESOS

<b>EQUIVALENCIA CLAVE</b>	<b>RELACIÓN DE OPTATIVAS VIGENTES</b>
207	CALIDAD DEL AIRE
206 BASICA	SIMULACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES
NUEVA	MICROMETERELOGÍA
NUEVA	CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS
212	GESTIÓN AMBIENTAL
313	TEMAS SELECTOS DE ESTUDIOS ATMOSFÉRICOS
NUEVA	RADIACIÓN IONIZANTE: INTERACCIÓN Y DETECCIÓN
NUEVA	RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL
NUEVA	TÉCNICAS ANALÍTICAS NUCLEARES
NUEVA	TEMAS SELECTOS DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL



208	CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA
210	BIOPROCESOS AMBIENTALES
NUEVA	PROCESOS AVANZADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA
NUEVA	SISTEMAS NATURALES DE TRATAMIENTO DE AGUA
204 BASICA	DISEÑO DE REACTORES
NUEVA	TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS
313	TEMAS SELECTOS DE TRATAMIENTO DE AGUA
209	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS
209	GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS
NUEVA	REMEDIACIÓN DE SUELOS Y ACUÍFEROS
313	TEMAS SELECTOS DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS
201 BASICA	TERMODINÁMICA
204 BASICA	TRANSFERENCIA DE CALOR
NUEVA	SISTEMAS TÉRMICOS
NUEVA	EFICIENCIA ENERGÉTICA TÉRMICA
NUEVA	INGENIERÍA TERMO SOLAR
NUEVA	TEMAS SELECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
NUEVA	TECNOLOGÍA DE LOS COMBUSTIBLES
205 BASICA	COMBUSTIÓN
NUEVA	CELDA DE COMBUSTIBLE
318	TEMAS SELECTOS DE SISTEMAS DE COMBUSTIÓN

La cantidad de asignaturas optativas del plan nuevo triplica las del plan vigente. Los contenidos anteriores asociados a la etapa optativa fueron revisados, decidiéndose eliminar dos de ellos, aunque sus contenidos fueron incorporados en materias nuevas. Se han ampliado los ejes curriculares disponibles de dos a seis (véase mapa curricular) por lo que hubo la obligación de proponer y añadir un considerable número de materias nuevas. La estructura del plan de estudios propuesto para actualizar el programa busca ser más coherente y estar asociada con la especialización que el estudiante seleccione. Los ejes que han sido definidos para la etapa de especialidad se corresponden con líneas de investigación consolidadas de CIMAV. A su vez, estas líneas están estrechamente vinculadas con la necesidad de identificación y resolución de problemas ambientales de los sectores industrial, rural y municipal, de suerte que las regiones económicas del estado de Chihuahua y colindantes sigan teniendo atractivo por competitividad para los inversionistas nacionales y foráneos. Por tanto, dichas especializaciones encuentran mercado de trabajo en el entorno inmediato.

Se refuerzan diversas líneas de investigación vinculadas a las distintas áreas de oportunidad en la Ciencia y Tecnología Ambiental de relevancia en la región norte central del país: estudios atmosféricos, radiactividad ambiental, tratamiento del agua, manejo y disposición de residuos, eficiencia energética y tecnología de los combustibles. La preparación para prestación de servicios en análisis instrumental se dará como prácticas de laboratorio dentro de asignaturas optativas.

En resumen, el ciclo de especialización encamina al estudiante hacia una competitividad en una línea específica de la Ciencia y Tecnología Ambiental, luego de haber adquirido en el ciclo básico una gama amplia de conocimientos que le permita valorar las diferentes problemáticas ambientales para proponer soluciones adecuadas conforme a los requerimientos por legislación y/o para tener competitividad industrial.

### **FORMA DE ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

El plan de estudios se estructuró semestralmente a partir de los siguientes Ejes curriculares:



### TRONCO COMÚN:

Eje Introdutorio (Introducción a la Ingeniería Ambiental)

Eje Fenomenológico (Mecánica de Fluidos)

Eje Estadístico (Diseño y Control de los Experimentos)

Eje Lenguajes (Matemáticas con Métodos Numéricos)

### ESPECIALIZACIÓN:

Eje: Estudios Atmosféricos

Eje: Radiactividad Ambiental

Eje: Contaminación del Agua

Eje: Manejo Integral de Residuos

Eje: Eficiencia Energética

Eje: Tecnología de los Combustibles

Créditos del plan de estudios

### Maestría: 75 créditos (4 semestres)

Distribución de las actividades académicas

ACTIVIDADES	SEM I	SEM II	SEM III	SEM IV	TOTAL
CURSOS TRONCO COMUN	3	1	0	0	4
CURSOS OPTATIVOS		2	2	0	4
SEMINARIO DE PROYECTO*	1	1	1	1	4
SSEMINARIO FINAL DE TESIS	0	0	0		1
PROYECTO DE TESIS *	0	0	0	1	1
PROYECTOS APLICADOS EN EL SECTOR PRODUCTIVO.			1	0	1