

**ESTUDIO PROSPECTIVO AL AÑO 2020  
DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SEDE MEDELLÍN**

**DIEGO ANDRÉS FLÓREZ LONDOÑO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA  
MEDELLÍN  
2012**



**ESTUDIO PROSPECTIVO AL AÑO 2020  
DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SEDE MEDELLÍN**

**DIEGO ANDRÉS FLÓREZ LONDOÑO**

**Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Gestión Tecnológica**

**Director  
Jhon Wilder Zartha Sossa  
Magíster en Gestión Tecnológica**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA  
MEDELLÍN  
2012**



Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Firma

Nombre:

Presidente del jurado

---

Firma

Nombre: Carlos A. Builes R.

Jurado

---

Firma

Nombre: Santiago Betancourt P.

Jurado

Medellín, Abril 30 de 2012



A Luz Edid, mi esposa.

A Gustavo y Ángela, mis padres.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Pontificia Bolivariana por creer en mi proceso de formación.

A la Comunidad Académica de Ingeniería Mecánica por su colaboración en los procesos que se llevaron a cabo.

A mis compañeros de oficina por acosarme para terminar.



## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN . . . . .	21
1. ELEMENTOS DE PARTIDA PARA EL PROCESO . . . . .	23
1.1. ANTECEDENTES . . . . .	23
1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PROCESOS ENMARCADOS EN LA PROSPECTIVA DEL PROGRAMA . . . . .	24
1.3. ASPECTOS ORIENTADORES EN EL PROCESO . . . . .	25
2. EXPLORACIÓN TEMÁTICA: MÉTODO DELPHI . . . . .	29
2.1. DESARROLLO METODOLÓGICO . . . . .	29
2.1.1. Breve introducción al método Delphi . . . . .	29
2.1.1.1. Los expertos. . . . .	29
2.1.1.2. Los temas de discusión. . . . .	29
2.1.1.3. Consultas y determinación de consensos. . . . .	30
2.1.2. Aplicación del método Delphi . . . . .	30
2.1.2.1. Determinación del Problema. . . . .	31
2.1.2.2. Perfil de los expertos . . . . .	31
2.1.3. Selección de expertos . . . . .	32
2.1.4. Primera consulta . . . . .	32
2.1.5. Primera identificación de los niveles de consenso . . . . .	32

2.1.6.	Presentación a los expertos de los resultados de la primera ronda . . . . .	32
2.1.7.	Segunda consulta . . . . .	33
2.1.8.	Presentación a los expertos de los resultados de la segunda consulta . . . . .	33
2.1.9.	Tercera consulta . . . . .	33
2.1.10.	Consolidación de la información . . . . .	34
2.2.	RESULTADOS . . . . .	34
2.2.1.	Expertos . . . . .	34
2.2.2.	Árbol temático . . . . .	36
2.2.3.	Primera ronda . . . . .	37
2.2.4.	Segunda ronda . . . . .	39
2.2.5.	Tercera ronda . . . . .	40
3.	EXPLORACIÓN ESTRATÉGICA MEDIANTE ANÁLISIS ESTRUCTURAL . .	43
3.1.	Descripción metodológica . . . . .	43
3.1.1.	Determinación de variables . . . . .	43
3.1.2.	Calificación de las variables de acuerdo a su influencia sobre las demás . . . .	43
3.1.3.	Determinación de variables clave mediante MIC-MAC . . . . .	44
3.1.4.	Definición de ejes e hipótesis . . . . .	44
3.1.5.	Evaluación de la probabilidad de ocurrencia de escenarios mediante la proba- bilidad de ocurrencia de las hipótesis . . . . .	45
3.1.6.	Determinación del escenario apuesta y enunciado del objetivo Prospectivo- Estratégico para la Facultad en el año 2020 . . . . .	45
3.2.	RESULTADOS . . . . .	46
3.2.1.	Variables identificadas . . . . .	46

3.2.2.	Variables clave: resultados del análisis de dependencias e influencias . . . . .	48
3.2.3.	Determinación de ejes e hipótesis . . . . .	50
3.2.4.	Valoración de la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis y probabilidad de ocurrencia de los escenarios. . . . .	54
3.2.5.	Determinación del escenario apuesta y enunciado del objetivo prospectivo-estratégico para la Facultad. . . . .	54
3.2.6.	Declaración de escenarios . . . . .	56
3.2.7.	Objetivo prospectivo estratégico del Programa . . . . .	57
3.3.	Propuesta de desarrollo para el Programa de Ingeniería Mecánica al año 2020 . . .	58
4.	AUTOEVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UPB Y SU ARTICULACIÓN CON EL ESTUDIO PROSPECTIVO . . . . .	61
4.1.	ACERCAMIENTO GENERAL AL PROCESO DE ACREDITACIÓN Y RENOVACIÓN DE LA ACREDITACIÓN DEL UN PROGRAMA DE PREGRADO EN COLOMBIA . . . . .	61
4.2.	PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN CON FINES DE RENOVACIÓN DE ACREDITACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA EN LA UNIVESIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA . . . . .	62
4.2.1.	INTERPRETACIÓN DE LAS CALIFICACIONES: . . . . .	63
4.2.2.	PONDERACIÓN: . . . . .	63
4.2.2.1.	Para los indicadores: . . . . .	63
4.2.2.2.	Para las características: . . . . .	64
4.2.2.3.	Para los factores: . . . . .	64
4.2.3.	RESULTADO DEL PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN . . . . .	64
4.3.	INFLUENCIA DEL ANÁLISIS PROSPECTIVO EN EL PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA . . . . .	64

4.4.	ARTICULACIÓN DE LA INDAGACIÓN TEMÁTICA CON LOS PROCESOS DE AUTOEVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN DE ALTA CALIDAD DEL PROGRAMA . . . . .	66
5.	CONCLUSIONES . . . . .	71
	BIBLIOGRAFÍA . . . . .	73
	ANEXOS . . . . .	75
A.	LISTADO DE EXPERTOS . . . . .	77
B.	ÁRBOL TEMÁTICO . . . . .	79
C.	ENCUESTA PRIMERA RONDA . . . . .	89
D.	INFORME EJECUTIVO PRIMERA RONDA . . . . .	97
E.	ENCUESTA SEGUNDA RONDA . . . . .	105
F.	INFORME EJECUTIVO SEGUNDA RONDA . . . . .	113
G.	ENCUESTA TERCERA RONDA . . . . .	121
H.	ARTÍCULO IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y II DE INGENIERÍA MECATRÓNICA . . . . .	133
I.	RESULTADOS SOFTWARE MIC-MAC . . . . .	145
J.	RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN . . . . .	191

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Distribución de expertos según los años de experiencia . . . . .	35
2 Distribución de expertos según el nivel de formación . . . . .	35
3 Distribución de expertos según su perfil . . . . .	36
4 Plano de influencias / dependencias directas . . . . .	48
5 Plano de influencias / dependencias indirectas . . . . .	49
6 Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales . . . . .	49
7 Resultados software Smic-Prob-Expert® . . . . .	55



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Resultados de la primera ronda: área de materiales . . . . . 37
2	Resultados de la primera ronda: área de procesos de manufactura . . . . . 37
3	Resultados de la primera ronda: área de energía . . . . . 38
4	Resultados de la primera ronda: área de diseño y control de sistemas . . . . . 38
5	Resultados de la primera ronda: área de mantenimiento . . . . . 38
6	Temas prioritarios al inicio de la segunda ronda . . . . . 39
7	Ejes temáticos e hipótesis (1/3) . . . . . 51
8	Ejes temáticos e hipótesis (2/3) . . . . . 52
9	Ejes temáticos e hipótesis (3/3) . . . . . 53
10	Orden del escenario de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia . . . . . 54
11	Propuesta de acciones (1/2) . . . . . 59
12	Propuesta de acciones (2/2) . . . . . 60
13	Escala de calificación de los indicadores . . . . . 63
14	Ponderación de los factores y características y criterios de evaluación de las características (1/2) . . . . . 65
15	Ponderación de los factores y características y criterios de evaluación de las características (2/2) . . . . . 66

16	Calificación de características y factores en el proceso de autoevaluación 2006–2009 (1/2) . . . . .	67
17	Calificación de características y factores en el proceso de autoevaluación 2006–2009 (2/2) . . . . .	68
18	Relación entre variables clave y plan de mejoramiento (1/2) . . . . .	69
19	Relación entre variables clave y plan de mejoramiento (2/2) . . . . .	70

## **RESUMEN**

Este trabajo contiene los resultados obtenidos del estudio prospectivo realizado para el programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana al año 2020. Se usó el método Delphi para la determinación de 34 temas prioritarios, estos temas se clasificaron según las áreas medulares de la ingeniería mecánica. Adicionalmente, se usó el método de análisis estructural para determinar las variables clave y los escenarios probables para el Programa. A partir de esta información se generó el objetivo prospectivo estratégico al año 2020 y se plantearon acciones para alcanzar el escenario deseado para la Facultad. Los resultados del estudio prospectivo representan un complemento importante para la autoevaluación del Programa, cuya metodología y resultados también son presentados en este documento.

El capítulo uno presenta la contextualización del Programa, principalmente los asuntos relacionados con la autoevaluación, la calidad y la prospectiva. El capítulo dos contiene el desarrollo del método Delphi para determinar los temas de alta prioridad en ingeniería mecánica al año 2020. El capítulo tres contiene el análisis estructural realizado a la Facultad, la determinación de las variables clave, los escenarios probables y el análisis desprendido de estos resultados. El capítulo cuatro presenta la metodología y los resultados de la autoevaluación, y su relación con los resultados del estudio prospectivo.

### **PALABRAS CLAVE:**

PROSPECTIVA, AUTOEVALUACIÓN, INGENIERÍA MECÁNICA, DELPHI, ANÁLISIS ESTRUCTURAL.



## INTRODUCCIÓN

El programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana fue creado en 1956 ante la necesidad generada por el crecimiento de la industria local, y el aumento en la complejidad de los problemas que involucra la maquinaria productiva. Hoy el programa tiene más de 1800 egresados, alrededor de 350 estudiantes y más de 20 docentes de tiempo completo en las diferentes áreas que lo conforman. El impacto del Programa en la sociedad y su proyección nacional e internacional han crecido continuamente durante los últimos cincuenta años lo que lo convierte en un referente nacional.

Históricamente el Programa ha sido innovador, se ha mantenido a la vanguardia de los cambios tecnológicos y ha mantenido una permanente preocupación por tener parámetros de calidad elevados. En el año 2000 hizo una revisión de las prioridades temáticas que le permitió orientar su crecimiento y disponer eficazmente sus recursos. En el año 2006 obtuvo su acreditación de alta calidad, que validó su labor histórica.

El presente trabajo recoge los aportes realizados a la autoevaluación del Programa, a través del estudio prospectivo desarrollado en el marco de un proyecto general de la Escuela de Ingenierías de la UPB. Sus resultados no sólo permitieron alcanzar la renovación de la acreditación de alta calidad por ocho años, sino también afianzar la cultura de la calidad en la comunidad académica.

Los principales resultados del Estudio Prospectivo fueron presentados en el IV Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y II de Ingeniería Mecatrónica realizado en Bogotá en 2009 [1], y en el II Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación realizado en Bogotá en 2010 [2].



## 1. ELEMENTOS DE PARTIDA PARA EL PROCESO

### 1.1. ANTECEDENTES

La dinámica actual del desarrollo tecnológico, los fenómenos de globalización, y las facilidades comunicativas y de acceso a la información, obligan a cada rama de la ingeniería a estar en constante vigilancia alrededor de los temas que le son prioritarios [3, 4]. No sólo en su quehacer habitual, sino también en los nuevos campos de trabajo que van emergiendo. La prospectiva y la vigilancia de las temáticas prioritarias son herramientas para garantizar pertinencia, calidad y evolución de cualquier programa de educación en ingeniería [5].

En este sentido, los programas encargados de formar las nuevas generaciones de ingenieros tienen dos grandes retos: la constante actualización alrededor de las tendencias y su consolidación como estructura educativa de calidad. De esta forma se genera coherencia entre los aspectos curriculares, investigativos, administrativos y sociales al interior del Programa.

La Universidad Pontificia Bolivariana contempla estas actividades dentro de su Proyecto Institucional [6] enmarcándolas en el desarrollo de la cultura de la calidad, entendiéndola como elemento estratégico para incrementar sus niveles de competitividad en el sector educativo. En este contexto, la Universidad emprende procesos de autoevaluación que diagnostican el estado de sus programas académicos y que permiten establecer planes de mejoramiento. Estas actividades llevan, de forma intencionada, al acceso a certificados de acreditación, con el fin de obtener reconocimiento del Estado de cara a su función social.

En 1996 el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, estudiaron algunas tendencias en la formación profesional, el plan de estudios y las estrategias para la modernización de los currículos para los programas de ingeniería mecánica a nivel nacional [7]. Este proceso incluyó una reflexión con rectores, directores de programas académicos, docentes y miembros del sector empresarial y gremial. Fruto de este trabajo se emitió un documento llamado: “Actualización y modernización del currículo en ingeniería mecánica”.

Dentro de la Universidad Pontificia Bolivariana, el programa de Ingeniería Mecánica, ha venido

articulando sus procesos de planeación estratégica y las labores de autoevaluación, apoyado en una mirada a largo plazo dada a partir de un primer estudio prospectivo llamado “Las Prioridades Investigativas de Ingeniería Mecánica: un Estudio Prospectivo en Antioquia” [8], el cual evidencia el consenso de un grupo de expertos. De esta forma, la Facultad ha orientado sus esfuerzos y recursos hacia objetivos definidos en un contexto que persiguen un propósito claro.

## **1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PROCESOS ENMARCADOS EN LA PROSPECTIVA DEL PROGRAMA**

El primer estudio prospectivo se realizó en el año 2000 [8]. El tiempo ha demostrado las bondades de dicho trabajo, pues gracias a éste, se fortaleció la labor de los grupos de investigación y se mejoró la influencia de éstos en el currículo del pregrado. Adicionalmente se mejoró el enfoque en los programas de posgrado, y se establecieron pautas certeras para los procesos de autoevaluación y acreditación. Este trabajo permitió iniciar el establecimiento de una cultura de reflexión prospectiva en la comunidad académica.

Posterior a este estudio, y como respuesta a las expectativas de la Universidad, del Estado y de la Sociedad, se inicia un proceso de autoevaluación, con miras a la acreditación de alta calidad del programa de ingeniería mecánica. Ésta se alcanzó en el año 2006 mediante la Resolución 2582 de mayo 30 del Ministerio de Educación Nacional, con una vigencia de cuatro años. Casi simultáneamente, la Universidad fue acreditada institucionalmente mediante Resolución 3596 del 30 de junio de 2006 del Ministerio de Educación Nacional, también con una vigencia de cuatro años.

En este mismo año, el programa celebra su cincuentavo aniversario, dentro del marco de los 70 años de la UPB. Dentro de esa celebración recibe reconocimientos del Honorable Congreso de la República, la Asamblea Departamental de Antioquia y muchas otras entidades públicas, sectoriales y privadas.

Los cambios en el entorno hacen que los resultados de cualquier estudio prospectivo deban ser revisados periódicamente, así que durante los años 2008 y 2009, y dentro del contexto de la autoevaluación del Programa con propósitos de renovación de la acreditación, se realizó una nueva reflexión prospectiva [9].

Se plantearon dos objetivos principales de este nuevo estudio. El primero fue la determinación

de temas prioritarios al año 2020, teniendo en cuenta un árbol temático más extenso y actualizado, un entorno más globalizado y la experiencia previa. El segundo fue la identificación de potenciales escenarios para la Facultad y las variables clave para su crecimiento y desarrollo dentro de los parámetros de calidad que exige el medio.

Se planteó entonces un objetivo prospectivo estratégico que iluminará el quehacer de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UPB hasta el año 2020, estableciendo así las bases para mantener un programa de calidad.

Como resultados de estos procesos el Programa recibió la renovación del registro calificado mediante la Resolución 1735 de 17 de marzo de 2010 del Ministerio de Educación Nacional por una vigencia de siete años y la renovación de la acreditación de alta calidad mediante resolución 4685 del 13 de junio de 2011 del Ministerio de Educación Nacional por una vigencia de ocho años.

### **1.3. ASPECTOS ORIENTADORES EN EL PROCESO**

El estudio se hizo en el marco de un proyecto prospectivo de la Escuela Ingenierías de la UPB, liderado por el grupo de Política y Gestión Tecnológica. En éste se incluyó un estudio prospectivo para cada programa de pregrado de la Escuela y tres estudios para el Centro de Ciencia Básica (para matemática, física y química).

El estudio prospectivo para Ingeniería Mecánica tuvo dos frentes, el primero buscó determinar las temáticas de alta prioridad para la ingeniería mecánica con un horizonte de tiempo al año 2020 [1]. Las principales preguntas a resolver fueron:

- ¿Existen temáticas medulares de la ingeniería mecánica que no estén cubiertas por los grupos de investigación del Programa?
- ¿Existen temáticas de alta relevancia a nivel regional, nacional o mundial que requieran más dedicación de la que actualmente se ofrece?
- ¿Existen temáticas que actualmente se trabajan en el Programa y han perdido relevancia con los años?

Para dar respuesta a estas preguntas se aplicó el método de consulta a expertos Delphi [10, 11]. Luego de tres rondas, éste dio resultados con niveles de consenso superiores al 45%. Se contó con la participación de un amplio número de expertos pertenecientes a diferentes sectores productivos, con diversos niveles de formación y de experiencia, incluso algunos internacionales.

El segundo frente buscó determinar un conjunto de escenarios posibles para la Facultad en el año 2020, para ello se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La Facultad está inmersa en el sistema universitario de la Universidad Pontificia Bolivariana, el cual enmarca y direcciona su funcionamiento. Pertenece a la Escuela de Ingenierías que actúa como ente administrativo y facilita la aplicación de líneas de conocimiento transversales a las ingenierías y el trabajo interdisciplinar.
- El trabajo curricular es soportado ampliamente desde tres grupos de investigación reconocidos por Colciencias: Grupo de Energía y Termodinámica GET, Grupo de Investigación en Nuevo Materiales GINUMA y Grupo de Automática y Diseño A+D.
- La planta docente es relativamente joven, en general se encuentra en proceso de formación, y ha asumido la investigación como un elemento fundamental en sus labores de docencia.
- Los estudiantes son seleccionados con base a su comportamiento y aspiración vocacional por la ingeniería mecánica, pero vienen permeados por un sistema educativo heterogéneo y en revisión desde hace varios años.
- Los egresados han sido profesionales tradicionalmente destacados por sus impactos positivos en los sistemas productivos locales y nacionales.
- La proyección social de la Facultad ha sobresalido los últimos años gracias al trabajo de docentes y estudiantes desde los grupos de investigación.

Dentro de un sistema con tantas variables, todas relacionadas entre sí, es complejo sopesar a priori cuales aspectos son los más influyentes y cuáles son más manipulables. Por ello se planteó realizar un análisis de variables clave, que permite ubicar múltiples aspectos de la Facultad en un plano de motricidad y dependencia, clasificando así dichas variables.

Con las variables se estructuraron unos ejes estratégicos y se lanzaron hipótesis del estado de dichos ejes al año 2020. La combinación de las diferentes hipótesis condujo a la formulación de los diversos escenarios posibles para la Facultad en el año 2020. Mediante la indagación a expertos se evaluó la probabilidad de ocurrencia de cada escenario, determinando los escenarios probables y un escenario apuesta en el que se encaminan los objetivos prospectivos y estratégicos del Programa.

El presente estudio hace parte integral del permanente proceso de autoevaluación del Programa, que vela por el cumplimiento de los parámetros de calidad que desde el gobierno nacional se promulgan, en aras de tener una educación competitiva y pertinente que jalone el desarrollo del país. La correcta aplicación del proceso ha sido certificada a través de la acreditación de calidad, la cual fue renovada por el Ministerio de Educación Nacional en junio de 2011 por un periodo de ocho años.

Michel Godet, en su libro “De la anticipación a la acción” [11], presenta una introducción a diferentes metodologías para estudios prospectivos, entre ellas el método Dephi y métodos de análisis estructural. Estas metodologías han sido utilizadas por el Grupo de Investigación Política y Gestión Tecnológica para la realización de varios estudios prospectivos dentro de la Universidad [12]. Como ejemplos se encuentran el estudio prospectivo realizado para la Facultad de Ingeniería Informática documentado en la tesis de maestría “Estudio de Prospectiva Académica del Programa de Ingeniería Informática de la UPB, sede Medellín, al año 2015” [13], y en el “Estudio de Prospectiva Académica de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana al Año 2020” [14].

Cabe aclarar que los resultados del presente estudio no son absolutos, ni excluyentes, tampoco tienen que ser adoptados en su totalidad. Estos resultados son producto del consenso de un grupo de expertos, tras reflexiones hechas en diferentes momentos de los últimos dos años y su intención es que sean orientadores del trabajo en ingeniería mecánica o de cualquier área complementaria o afín.



## 2. EXPLORACIÓN TEMÁTICA: MÉTODO DELPHI

### 2.1. DESARROLLO METODOLÓGICO

#### 2.1.1. *Breve introducción al método Delphi*

El método Delphi busca hacer evidente el consenso de un grupo de expertos [10]. En ese sentido, es importante establecer una estrategia clara para seleccionar y definir quiénes pueden ser los expertos, cuáles son los medios para comunicarse con ellos y qué tratamiento se debe hacer a los datos que reporten.

2.1.1.1. Los expertos. Teniendo como base los estudios prospectivos realizados por el Grupo de Política y Gestión Tecnológica, y las limitaciones de recursos del presente proyecto, es importante convocar un número de expertos suficientemente grande, de tal forma que al final del proceso el número de participantes sea suficiente como para darle soporte y validez al estudio. La validez no sólo la da el número de expertos, sino la calidad de los mismos, así que también es importante explorar aspectos relacionados con el perfil de las personas que participarán del proceso.

Los dos aspectos anteriores (cantidad y calidad de los expertos) se afectan sensiblemente con la multiplicidad temática que tiene la ingeniería mecánica por el hecho de ser una disciplina amplia y transversal a muchas otras disciplinas. Esto pone de manifiesto otra situación: el hecho de que el grupo de expertos no puede estar sesgado hacia algún campo de acción específico de la ingeniería mecánica (los materiales, el diseño, las ciencias térmicas, etc.), tampoco deben ser todos de un mismo perfil (académicos, productivos, empresarios). Debe existir entonces un balance en la población de expertos que refleje la pluralidad del estudio y abarque la amplitud temática de la ingeniería mecánica.

2.1.1.2. Los temas de discusión. Como ya se describió, la ingeniería mecánica es una disciplina de gran amplitud, por lo tanto es importante presentar de forma organizada, coherente y de fácil interpretación el abanico temático que analizarán los expertos. Para ello se disponen los temas en forma de árbol, donde su principal tronco es la ingeniería mecánica, del que se

desprenden sucesivamente ramas que abarcan aspectos más específicos.

En la construcción del árbol temático es importante establecer un adecuado nivel de detalle, coherente con el alcance que se pretende identificar en el estudio, evitando caer en el error de indagar por generalidades que no puedan ser aplicadas en los procesos académicos, investigativos y administrativos de la Facultad.

Para ilustrar esto, suponga que se toma un tema como *el desarrollo de fuentes renovables de energía*. Éste podría tratarse como un tema individual que, por su importancia, muy seguramente sería de alta prioridad, pero por su nivel de generalidad sería difícil de abarcar, corriendo el riesgo de no obtener el resultado esperado. Además, saber que para el año 2020 el desarrollo de fuentes de energía renovables será de alta prioridad no es por sí solo ningún gran descubrimiento. Sería mejor preguntar a los expertos por temas más específicos como los son: la generación eólica, solar, mareomotriz, el aprovechamiento de la biomasa, el hidrógeno como combustible, entre otras. De esta forma los resultados son más específicos y por tanto hay menos incertidumbre en la toma de decisiones a partir del estudio.

Es así como se debe construir un árbol temático suficientemente amplio como para abarcar toda la disciplina, pero con un grado de especificidad tal que permita tomar decisiones a mediano y largo plazo.

2.1.1.3. Consultas y determinación de consensos. Una vez definidos el panel de expertos y el árbol temático, se procede a consultar a los expertos. Como el objeto del estudio es abordar un árbol temático y encontrar los temas de mayor prioridad, se debe poner a consideración de los expertos el nivel de prioridad que le dan a cada uno de los componentes más específicos del árbol.

Una secuencia de tres consultas, en la que cada consulta es retroalimentada por la anterior, permite tener unos niveles de consenso adecuados para concluir adecuadamente el estudio [15]. Esto se cuantifica a través de herramientas estadísticas, específicamente se usa la moda y la frecuencia modal.

### 2.1.2. Aplicación del método Delphi

El desarrollo del proceso se realizó en el siguiente orden:

1. Determinar el problema.
2. Definir el perfil de los expertos.

3. Seleccionar los expertos.
4. Realizar la primera consulta: solicitar a los expertos una calificación alrededor del problema.
5. Identificar consenso mediante criterios de moda y frecuencia modal.
6. Presentar a los expertos los resultados de dicho consenso.
7. Realizar la segunda consulta: en la que los expertos pueden controvertir los resultados de la primera consulta exponiendo sus razones.
8. Presentar a los expertos los resultados de la segunda consulta, incluyendo lo expuesto por sus pares.
9. Realizar la tercera y última consulta, en la que los expertos definen su posición y se llega a los mayores niveles de consenso.
10. Presentar los resultados de la tercera ronda, que son definitivos.

2.1.2.1. Determinación del Problema. El problema se planteó como la identificación de un abanico de temas de alta prioridad en la ingeniería mecánica, con un horizonte de tiempo al año 2020.

El punto inicial para abordar este problema consistió en establecer el árbol temático que abarca la ingeniería mecánica en la actualidad. Para ello se contó con el apoyo de la comunidad de docentes de la Facultad, allí se estableció la generación de un árbol temático muy específico. Esto, con el fin de evitar caer en el error —algo frecuente— de encontrar temas prioritarios de alta generalidad, que además pueden resultar bastante obvios, como se describió anteriormente.

Para ello se realizó una división inicial de la ingeniería mecánica en áreas medulares, luego estas áreas fueron divididas en subáreas, y a su vez éstas en temas. Las áreas medulares fueron: materiales, procesos de manufactura, energía y termodinámica, diseño y control de sistemas técnicos, mantenimiento y gestión. En total fueron alrededor de 220 temas.

El reto entonces fue saber cuáles de estos 220 temas tienen un mayor nivel de prioridad vistos en un horizonte de tiempo al año 2020.

2.1.2.2. Perfil de los expertos Los expertos que participaron en el estudio fueron profesionales que se desempeñan como ingenieros mecánicos o actúan en áreas afines y complementarias a la ingeniería mecánica. Además, debieron cumplir con una de las siguientes cualidades:

- Formación: los expertos debieron terminar algún nivel de formación avanzada, bien sea especialistas, magísteres o doctores. De esta forma se aseguró que fueran profesionales

con un perfil académico superior al de un ingeniero recién graduado, además permitió buenos niveles de familiarización con temas avanzados, al menos dentro de la temática de especialización.

- Experiencia: en caso de no tener algún nivel de formación avanzada, debieron tener una amplia experiencia profesional, al menos de diez años.

### *2.1.3. Selección de expertos*

Con base en la experiencia de estudios realizados en otros programas de ingeniería, se definió un grupo aproximado de 100 expertos que cumplieran el perfil definido, esto para obtener al menos 33 respuestas. La selección de los expertos fue tan heterogénea como se pudo, incluyó docentes, tanto de la institución como de fuera de ella, empresarios y empleados, de múltiples niveles de experiencia y de formación, y con desempeño en las diversas áreas de la ingeniería mecánica. Algunos expertos fueron internacionales.

### *2.1.4. Primera consulta*

En la primera consulta se indagó sobre el nivel de prioridad que cada experto asignó a los temas del árbol temático. Cada tema debía recibir una calificación entre uno y seis de acuerdo con los siguientes criterios: 1 el tema no tiene ninguna prioridad para la ingeniería mecánica en el año 2020, 2 el tema tiene poca prioridad, 3 media prioridad, 4 alta prioridad, 5 muy alta prioridad, y 6 no responde.

### *2.1.5. Primera identificación de los niveles de consenso*

Evidentemente el objetivo del trabajo es identificar los temas de mayor prioridad, es decir los temas que más veces se calificaron en cinco. Para ello se buscaron los temas cuya moda en la calificación fuera cinco y además tuvieran una frecuencia modal superior al 35%. De esta forma, para un tema resultar prioritario requirió que más de una tercera parte de los expertos participantes opinara que es de alta prioridad.

### *2.1.6. Presentación a los expertos de los resultados de la primera ronda*

Para retroalimentar a los expertos, se elaboró un informe corto, éste servirá como insumo para la segunda ronda. Éste informe se elaboró y se envió a los expertos.

### *2.1.7. Segunda consulta*

En la segunda consulta se presentaron los temas clasificados en ‘prioritarios’ y ‘en discusión’ (según la primera ronda). Estos temas son presentados al interior de las áreas medulares descritas en el planteamiento del problema (materiales, procesos de manufactura, etc.).

Cada experto debió revisar la clasificación presentada y juzgar si los temas que figuran como prioritarios a 2020 realmente lo serán. Si a juicio del experto, algún tema estuvo mal clasificado, debió proponer intercambios y justificarlos. De esta forma un experto puede manifestar la importancia de introducir un tema que no alcanzó los niveles de alta prioridad o explicar porqué un tema clasificado como prioritario realmente no lo es. Posteriormente, esta información se usó para tratar de persuadir a sus pares en la siguiente ronda.

### *2.1.8. Presentación a los expertos de los resultados de la segunda consulta*

Los resultados de la segunda ronda pueden ser concluyentes para algunos temas, específicamente para los que fueron propuestos como prioritarios y ningún experto los intercambió por un tema en discusión. Estos temas serán declarados de alta prioridad y no serán más objeto de trabajo. De la misma forma, los temas que estaban en discusión después de la primera ronda y no fueron nominados por ningún experto para cambiar su estatus a prioritarios, no serán más objeto de trabajo y no podrán llegar a ser de alta prioridad.

Los temas que no llegaron al consenso descrito, quedan en un conjunto limitado que se revisará en la tercera ronda. Este conjunto estará compuesto por los temas clasificados inicialmente como prioritarios pero algún experto los intercambió por temas en discusión y los temas en discusión que fueron nominados por algún experto para ser prioritarios.

### *2.1.9. Tercera consulta*

Dado que los expertos tuvieron acceso a las justificaciones dadas por sus pares, deberán tomar la decisión —al interior de cada área medular— de cuáles son los temas prioritarios y cuáles no lo son. Cada área medular tiene un número máximo de temas que pueden ser calificados como prioritarios.

### 2.1.10. Consolidación de la información

Los resultados de la tercera consulta son concluyentes y deben recoger toda la información del estudio. Para ello cada tema aún en discusión debe ser analizado desde los resultados de la primera consulta.

Para cada experto se compara cómo calificó el tema en primera y tercera ronda, modificando el resultado de la primera si es del caso (5 si en la tercera ronda se consideró prioritario o 1 si no). Una vez hecho este análisis para cada experto, se seleccionan los temas con moda cinco y frecuencia modal más alta, de tal forma que el número de temas que definitivamente fueron prioritarios se mantenga respecto al número de temas prioritarios de la primera ronda. Se verifica que la frecuencia modal mínima sea mayor que 35% (criterio establecido para la primera ronda).

De esta forma se estableció el abanico de temas prioritarios a 2020. Estos temas deben ser analizados al interior de la Facultad en consonancia con los grupos de investigación para formular planes de desarrollo y operativos.

## 2.2. RESULTADOS

### 2.2.1. Expertos

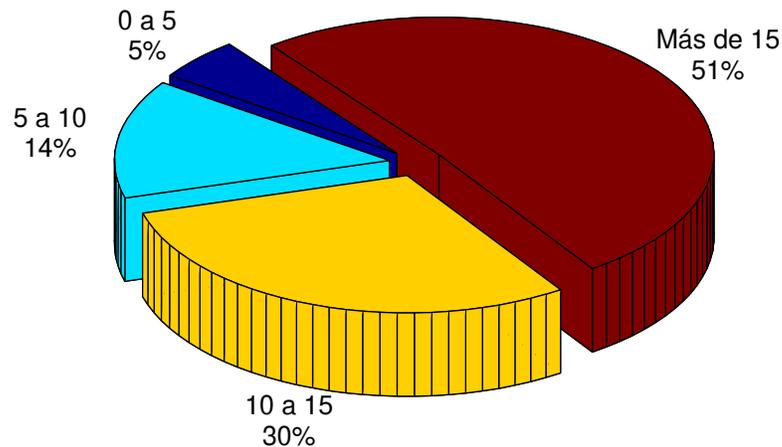
El listado de los expertos que participó en cada una de las tres rondas está en el Anexo A.. Allí puede verse el respectivo nivel de formación, experiencia, perfil y específicamente cuáles rondas contestó. Se resalta el hecho tener al menos 33 expertos en cada ronda y el hecho de que todos los que respondieron la tercer ronda habían contestado al menos una de las anteriores.

La composición de los expertos según su experiencia o nivel de formación está dada por:

- Según su experiencia: El grupo de expertos que participó puede describirse como un grupo experimentado, dado que el 81% tiene más de 10 años de experiencia, el 14% tiene entre 5 y 10 años y tan sólo el 5% tiene menos de 5 años de experiencia. Esto es un indicador que permite confiar en los resultados del estudio, en la medida que la experiencia da criterios muy claros para tener una visión futurista. En la Figura 1 puede verse la distribución de los expertos según sus años de experiencia. Los expertos que

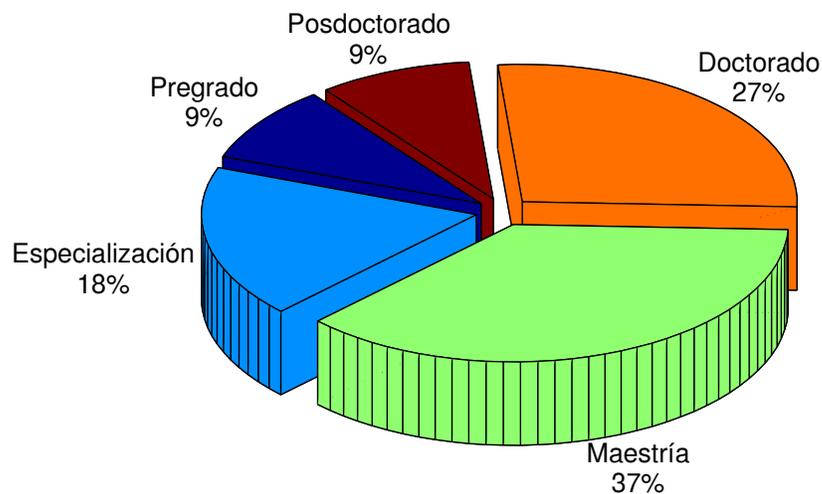
están por debajo de los niveles de experiencia exigidos por el perfil deben cumplir con el requisito de formación avanzada.

Figura 1. Distribución de expertos según los años de experiencia



- Según su nivel de formación: El grupo de expertos que participó tiene altos niveles de formación, dado que el 91% de ellos ha concluido algún estudio de formación avanzada. Sólo el 9% de los expertos tiene nivel de formación de pregrado. En la Figura 2 puede verse la distribución de los expertos según su nivel de formación. Los expertos que tienen únicamente formación de pregrado cuentan con más de diez años de experiencia.

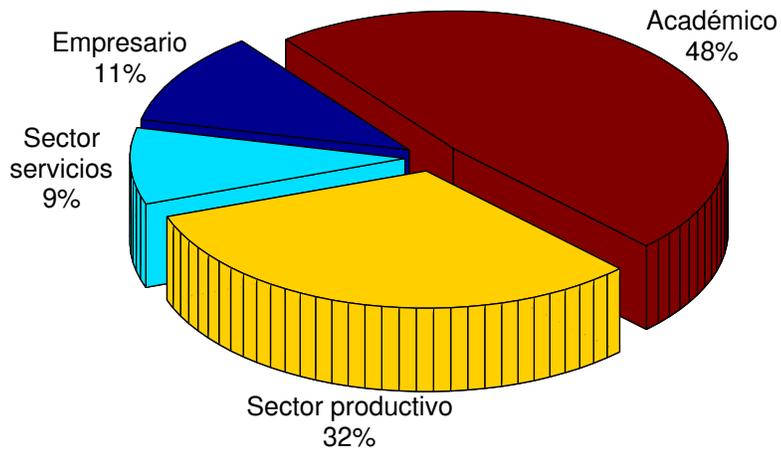
Figura 2. Distribución de expertos según el nivel de formación



Como complemento a lo anterior, se quiso caracterizar el perfil de los expertos. Se obtuvo que un 48% de los expertos tiene perfil académico, en tanto que el 52% restante está repartido entre

empresarios, empleados de empresas productivas y de empresas de servicios. Se considera una distribución apropiada para darle confiabilidad a los resultados, en la medida que se recogen opiniones de diferentes tipos de profesionales. En la Figura 3 puede observarse la distribución de los expertos según su perfil.

Figura 3. Distribución de expertos según su perfil



### 2.2.2. Árbol temático

El árbol temático está en el Anexo B. y comprende 220 temas relacionados con la ingeniería mecánica. Éstos están divididos en seis grupos principales:

- Materiales.
- Procesos de manufactura.
- Energía.
- Diseño y control de sistemas técnicos.
- Mantenimiento.
- Administración y gestión.

Cada familia de temas fue trabajada como una entidad aparte (como si se hicieran seis estudios paralelos), con esto se evitó que la totalidad de los temas prioritarios pertenecieran a una misma familia. La cantidad de temas dentro de cada familia la dio el número de temas prioritarios según la primera ronda, como se presentará más adelante.

### 2.2.3. Primera ronda

En la primera ronda se pidió a cada experto calificar los temas según su nivel de prioridad como se describió en el capítulo anterior. La primera ronda fue contestada por 44 expertos. Los siguientes temas tuvieron una moda de 5 (temas de alta prioridad) con una frecuencia modal de consenso superior al 35% (al menos 16 expertos opinaron que era de alta prioridad): en la Tabla 1 se muestran los resultados del área de materiales, en la Tabla 2 los del área de procesos de manufactura, en la Tabla 3 los del área de energía, en la Tabla 4 los del área de diseño mecánico y control, y en la Tabla 5 los del área de mantenimiento.

Tabla 1. Resultados de la primera ronda: área de materiales

Área Materiales		
Tema	Consenso	Promedio
Producción limpia.	70.45%	4.756
Aprovechamiento de residuos.	68.18%	4.725
Nanomateriales. Nuevos materiales plásticos.	50.00%	4.543
Nanomateriales. Nuevos materiales cerámicos.	45.45%	4.500
Nanomateriales. Nuevos materiales compuestos.	40.91%	4.424
Materiales con capacidad de memoria.	38.64%	4.216

Tabla 2. Resultados de la primera ronda: área de procesos de manufactura

Área Procesos de Manufactura		
Tema	Consenso	Promedio
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.	54.55%	4.550
Robótica, automatización, mecatrónica.	61.36%	4.675
Sistemas de producción.	40.91%	4.325

En total fueron 35 temas prioritarios después de la primera ronda, seis en el área de materiales, tres en procesos de manufactura, trece en energía, nueve en diseño y control de sistemas técnicos y uno en mantenimiento. Ningún tema logró llegar a los niveles de consenso suficiente dentro del área de administración y gestión, por lo que se realizó una manipulación adicional en la segunda ronda.

En el Anexo C. se encuentra la encuesta de la primera ronda y en el Anexo D. está el informe ejecutivo enviado a los expertos después de la primera ronda.

Tabla 3. Resultados de la primera ronda: área de energía

<b>Área Energía</b>		
<b>Tema</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio</b>
Sistemas energéticos y el ambiente .	56.82%	4.564
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.	43.18%	4.333
Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.	40.91%	4.314
Recuperación de calor en las diferentes industrias.	38.64%	4.306
Combustión y biocombustibles.	59.09%	4.575
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.	70.45%	4.725
Tecnologías de energía con hidrógeno.	54.55%	4.459
Optimización de colectores solares.	45.45%	4.375
Energía eólica.	38.64%	4.225
Emisiones de contaminantes.	59.09%	4.694
Optimización de planta.	45.45%	4.514
Planeación energética.	36.36%	4.371
Sostenibilidad energética.	52.27%	4.553

Tabla 4. Resultados de la primera ronda: área de diseño y control de sistemas

<b>Área Diseño y Control de Sistemas</b>		
<b>Tema</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio</b>
Computación e informática en ingeniería.	52.27%	4.317
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.	54.55%	4.500
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.	56.82%	4.500
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.	45.45%	4.368
Mecanismos y robótica.	50.00%	4.45
Micro y nano sistemas.	43.18%	4.31
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.	43.18%	4.40
Mecatrónica y robótica.	43.18%	4.350
Automatización de procesos de manufactura.	40.91%	4.342

Tabla 5. Resultados de la primera ronda: área de mantenimiento

<b>Área Mantenimiento</b>		
<b>Tema</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio</b>
Análisis de falla.	38.64%	4.189

#### 2.2.4. Segunda ronda

En esta oportunidad se presentaron los temas por áreas, clasificándolos en temas prioritarios y en discusión. Cada experto debería cambiar los temas que considerara mal clasificados, explicando porqué hizo tales modificaciones. En cada área, según el número de temas prioritarios se permite hacer un número máximo de movimientos así:

- Materiales: dos movimientos
- Procesos de manufactura: un movimiento
- Energía: cuatro movimiento
- Diseño y control de sistemas técnicos: tres movimientos
- Mantenimiento: un movimiento.

Para el área de administración y gestión, dado que no hubo temas prioritarios, se permitió que cada experto seleccionara dos temas como prioritarios y justificara porqué lo son.

Los temas que eran prioritarios al iniciar esta etapa, que no fueron cambiados por los expertos quedan consolidados como temas prioritarios, estos están en la Tabla 6.

Tabla 6. Temas prioritarios al inicio de la segunda ronda

<b>Área Materiales</b>
Aprovechamiento de residuos.
Nanomateriales compuestos.
<b>Área Procesos de Manufactura</b>
Robótica, automatización, mecatrónica.
<b>Área Energía y Termodinámica</b>
Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.
Recuperación de calor en las diferentes industrias.
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
Planeación energética.
Sostenibilidad energética.
<b>Área Diseño y Control de Sistemas Técnicos</b>
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.
Mecanismos y robótica.
Micro y nanosistemas.

Los 23 temas restantes fueron nominados por algún experto para ser temas en discusión y siguiendo un principio de correspondencia, algunos temas en discusión fueron propuestos como prioritarios.

En el Anexo E. se encuentra la encuesta de la segunda ronda y en el Anexo F. está el informe ejecutivo enviado a los expertos después de la segunda ronda.

#### *2.2.5. Tercera ronda*

En la tercera ronda se presentaron los temas prioritarios y en discusión, así como un resumen de las justificaciones de los expertos para intercambiarlos. A partir de allí, cada experto debía seleccionar los temas que considerara prioritarios, pero limitando la cantidad de temas a elegir. Se buscó que el número de temas seleccionados fuera igual al número de temas clasificados en la primera ronda para cada área.

Los temas seleccionados por los expertos se hicieron merecedores de la calificación de 5 (tema de alta prioridad) en el consolidado de la primera ronda, siguiendo el procedimiento que aplique de los que a continuación se presentan:

1. El experto en la primera ronda calificó el tema con un valor diferente a 5: se modifica esa calificación y se asigna cinco.
2. El experto en la primera ronda calificó el tema con un valor de 5: se mantiene intacta esa calificación.
3. El experto no calificó la primera ronda: se ingresa el registro nuevo del experto asigna una calificación de 5 al tema.

En el Anexo G. se encuentra la encuesta de la tercera ronda y en el Anexo H. se encuentran los resultados de la tercera ronda.

Después de ese consolidado que agrupa a la primera y tercera rondas, se seleccionan los temas prioritarios como los de moda 5 y mayor consenso. Los resultados son los siguientes:

#### Área de Materiales:

- Aprovechamiento de residuos.
- Nanomateriales compuestos.
- Producción limpia.
- Nanomateriales plásticos.
- Materiales con capacidad de memoria.

#### Área Procesos de Manufactura:

- Robótica, automatización, mecatrónica.
- CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.
- Control estadístico de procesos.

#### Área Energía y Termodinámica:

- Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.
- Recuperación de calor en las diferentes industrias.
- Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
- Planeación energética.
- Sostenibilidad energética.
- Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.
- Combustión y biocombustibles.
- Tecnologías de energía con hidrógeno.
- Optimización de colectores solares.
- Energía eólica.
- Optimización de planta.
- Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.
- Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.

#### Área Diseño y Control de Sistemas Técnicos:

- Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
- Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.
- Micro y nanosistemas.
- Computación e informática en ingeniería.
- Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.
- Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.
- Mecatrónica y robótica.
- Diseño para la manufactura.
- Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.

#### Área Mantenimiento:

- Análisis de falla.
- Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).

#### Área Administrativa:

- Planeación, ejecución y control de proyectos.
- Gerencia y gestión de proyectos.



### 3. EXPLORACIÓN ESTRATÉGICA MEDIANTE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para la exploración estratégica se busca procesar una cantidad de información que permita estimar escenarios probables para la Facultad en el año 2020 y establecer las variables que los afectan [15]. El propósito de esto es establecer un escenario ‘apuesta’ y su probabilidad de ocurrencia para orientar los esfuerzos de la Facultad al fortalecimiento de los aspectos que permitan alcanzar dicho escenario [16].

El proceso tiene dos componentes fundamentales basados en el análisis estructural: primero la determinación de variables clave según su influencia sobre las demás y el segundo la determinación de los escenarios a partir de los aspectos estructurales más relevantes de la Facultad.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

##### 3.1.1. *Determinación de variables*

Para la determinación de las variables se tiene en cuenta múltiples aspectos internos y externos que condicionan el funcionamiento de la Facultad y dentro de ella el Programa. Se buscó especialmente que la gran mayoría de los aspectos evaluados por el Consejo Nacional de Acreditación CNA [17], quedaran allí plasmados.

##### 3.1.2. *Calificación de las variables de acuerdo a su influencia sobre las demás*

Cada variable se evalúa calificando su influencia sobre las demás así: si no existe influencia su calificación es cero (0), si es una dependencia débil (1), media (2) y alta (3). Si no existe influencia, pero se visualiza que en el futuro la habrá se califica potencial (p).

La calificación se asigna por consenso entre un grupo de expertos. Para el caso, los miembros

de comité de currículo y algunos profesores influyentes participaron activamente del proceso. La calificación por consenso implica que debe existir una pequeña discusión alrededor de cada variable.

Estas calificaciones se plasman en una matriz llamada matriz de influencias directas, la cual alimenta al software MIC-MAC®[16].

### 3.1.3. *Determinación de variables clave mediante MIC-MAC*

El software MIC-MAC procesa la matriz de influencias directas y genera unas nuevas matrices de influencias indirectas, de influencias potenciales directas y potenciales indirectas. Adicionalmente ubica cada variable en planos “dependencia vs influencia”. Allí, de forma gráfica, puede verse cuáles son las variables más influyentes, por lo tanto las que generan mayor motricidad en la Facultad y cuáles son las más independientes, es decir, las que son difíciles de modificar o de controlar desde la Facultad.

Esta información por sí sola es de gran ayuda para dirigir la Facultad, dado que indica dónde debe poner su atención para lograr una buena gestión (alta influencia y alta dependencia). También dónde debe ser consciente de que no vale la pena realizar grandes esfuerzos, dado que no tiene control de la situación (baja dependencia) y donde los esfuerzos que hagan no tendrán mayor repercusión (baja influencia).

### 3.1.4. *Definición de ejes e hipótesis*

El estudio de las variables clave permite generar una mirada argumentada de la estructura de la Facultad y del Programa desde múltiples ámbitos: académico, investigativo, administrativo y muchos otros. Esta mirada permite, tras algunas reflexiones y consideraciones adicionales, definir unos *ejes agrupadores de variables clave*, que permitan presentar la estructura de la Facultad.

Estos ejes, a lo sumo seis, deben ser diagnosticados en el escenario actual, y a partir de tal diagnóstico se formula una hipótesis con horizonte de tiempo al año 2020 *v.g.* ‘Para el año 2020 el escenario  $S_i$  tendrá las siguientes características...’.

El cumplimiento o no de la hipótesis de cada eje permite establecer una serie de combinaciones. Cada combinación representa un escenario. En total se generan ‘dos a la  $n$ ’ ( $2n$ ) escenarios.

### 3.1.5. *Evaluación de la probabilidad de ocurrencia de escenarios mediante la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis*

La cantidad de escenarios es considerable y no permite visualizar cuáles son de fácil ocurrencia y cuáles no. Para ello se acude nuevamente a un grupo reducido de expertos, que estén suficientemente involucrados con la Facultad y conozcan muy bien su funcionamiento. Ellos, individualmente, asignan una probabilidad de ocurrencia de la hipótesis de cada eje en forma directa *v.g.* ¿cuál es la probabilidad de que la hipótesis  $h$  del escenario  $S_i$  se cumpla para el año 2020? Aquí se asigna un número de cero a uno.

Luego de asignar las probabilidades directas, se hace una evaluación de probabilidades condicionadas al cumplimiento o no de la hipótesis de los demás escenarios *v.g.* Si la hipótesis del escenario  $S_j$  se cumple, ¿cuál es la probabilidad de que la hipótesis de escenario  $S_i$  se cumpla? Y si la hipótesis del escenario  $S_j$  NO se cumple, ¿cuál es la probabilidad de que la hipótesis de escenario  $S_i$  se cumpla?

### 3.1.6. *Determinación del escenario apuesta y enunciado del objetivo Prospectivo-Estratégico para la Facultad en el año 2020*

Las probabilidades asignadas por cada experto son cargadas en el software Smic-Prob-Expert®. Éste, tras una manipulación de dicha información, entrega la probabilidad de ocurrencia de cada escenario. El escenario con mayor probabilidad es el “escenario probable”. Se puede construir una lista de escenarios probables por acumulación de probabilidades de ocurrencia.

Entre todos los escenarios puede seleccionarse uno que combine la ocurrencia de un número de hipótesis convenientes y éste ser declarado como ‘escenario apuesta’. Éste tendrá su probabilidad de ocurrencia que será inversamente proporcional al esfuerzo que se deberá hacer para alcanzar dicho escenario.

Puede realizarse una inspección de las probabilidades de ocurrencia de cada hipótesis en los escenarios probables y de esta forma encontrar los ejes que deben ser fortalecidos o los que mayores riesgos tienen de no alcanzar el estado deseado en el 2020.

Asimismo, pueden verse las variables clave asociadas a dichos ejes, sobre las cuales habrá que emprender planes de desarrollo y mejoramiento para potenciar su crecimiento. Dada su condición de variables clave, ellas impulsarán el crecimiento de otros aspectos relacionados.

Con estos resultados y el escenario apuesta definido, se puede plantear uno o varios objetivos prospectivo estratégicos que lleven la Facultad dicho escenario.

## **3.2. RESULTADOS**

### *3.2.1. Variables identificadas*

En el proceso se identificaron 64 variables, 39 de ellas internas las 25 restantes externas. Cada una de ellas fue analizada revisando su influencia sobre las demás. Las 64 variables se listan a continuación. La definición de las mismas está en el informe producto del software MICMAC en el Anexo I.

Internas:

1. Estudiantes: (Estudiante)
2. Selección de estudiantes (SelEstudia)
3. Situación socio-cultural de los estudiantes (SociCulEst)
4. Compromiso de los estudiantes frente al programa (CompromEst)
5. Procesos administrativos relacionados con los estudiantes (ProcAdmEst)
6. Capacidades académicas de los estudiantes (CapAcademE)
7. Motivación de los estudiantes (MotivEstud)
8. Régimen docente (RegimenDic)
9. Estímulos para los mejores estudiantes (EstimMjrsE)
10. Sanciones disciplinarias y académicas (SancionDis)
11. Participación de los estudiantes en semilleros de investigación (EstudSemil)
12. Deserción estudiantil (Deserción)
13. Docentes (Docentes)
14. Régimen docente (RegDocente)
15. Selección de docentes (SelecDocen)
16. Nivel de formación y categorías de los docentes (NivelForDo)
17. Condiciones laborales de los docentes (CondiLabor)
18. Capacidades pedagógicas de los docentes (CapacPedag)
19. Fuga de docentes (FugaDocent)
20. Plan de estudios (PlanEstudi)
21. Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes (2a\_lengua)
22. Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad (estrategia)

23. Estructura administrativa y académica de la facultad (EstrAdmAca)
24. Comité de currículo (ComiteCurr)
25. Áreas y coordinadores (AreasCoord)
26. Consejo de Facultad (ConsejoFac)
27. Escuela de Ingenierías (EscIngenie)
28. Grupos de investigación (GruposInve)
29. Infraestructura y espacios adecuados para labores de docencia (Infraestr)
30. Dotación y uso de la biblioteca (DotacUsoBi)
31. Dotación y uso de laboratorios (DotacUsoLa)
32. Espacios de estudio (EspacioEst)
33. Acceso a recursos informáticos para estudiantes (RecInforma)
34. Bienestar universitario (BienestarU)
35. Desempeño de los estudiantes en semestre de práctica (DesempPrac)
36. Desempeño de los estudiantes en el trabajo de grado (DesempTdeG)
37. Autoevaluación y autorregulación (autoev y a)
38. Políticas de innovación, investigación y desarrollo de la UPB (PoliticaI+)
39. Presupuesto asignado a la facultad para su adecuado funcionamiento (Presupuest)

Externas:

40. Imagen de la facultad y del programa en la sociedad (ImagenFacu)
41. Imagen de la UPB en la sociedad (ImagenUPB)
42. Demanda del programa (DemandaPro)
43. Situación económica de los estudiantes potenciales del ingeniería mecánica (SituacSE)
44. Necesidades del medio y demanda laboral (NecesiMedi)
45. Condiciones de empleo del Ingeniero mecánico a nivel local (CondicEmpl)
46. Tendencias nacionales y mundiales en ingeniería mecánica: (Tendencias)
47. Avances tecnológicos en ingeniería mecánica a nivel mundial (AvancesIM)
48. Nivel de desarrollo de la industria en Colombia (NivelDlloI)
49. Relaciones con otras universidades (RelacUnivs)
50. Relaciones con el sector productivo (RelacSecPr)
51. Relaciones internacionales (RelacInter)
52. Participación de la Facultad en eventos de carácter nacional e internacional con los temas del programa (ParticipEv)
53. Mecanismos para el intercambio de servicios de extensión, investigación y docencia con agentes externos a la Universidad (MecanismSe)
54. Comportamiento macroeconómico del país (Macroecono)
55. Tratados de libre comercio (TLC'S)

56. Políticas estatales hacia la educación superior (PolitEduSu)
57. Política nacional de investigación y desarrollo (PolitNacI+)
58. Inversión nacional en ciencia y tecnología (InverCienc)
59. Inversión privada en la educación superior (InverPriva)
60. Oferta de Maestrías y Doctorados relacionados con el programa en el país (OfertaMsc&D)
61. Cultura de innovación y emprendimiento (CulturaInn)
62. Impactos positivos de egresados en medios local y nacional (ImpactoEgr)
63. Integración de egresados al que hacer de la facultad (EgresFacu)
64. Tendencias en la educación superior (TenEdSup)

### 3.2.2. Variables clave: resultados del análisis de dependencias e influencias

Estos resultados son el producto de la revisión variable por variable de su influencia sobre las demás, pueden ser resumidos en las siguientes tres figuras. La Figura 4 ubica las variables en el plano de influencias / dependencias directas. La Figura 5 las ubica en el plano de influencias / dependencias indirectas. La Figura 6 sobre el plano de influencias / dependencias indirectas potenciales.

Figura 4. Plano de influencias / dependencias directas

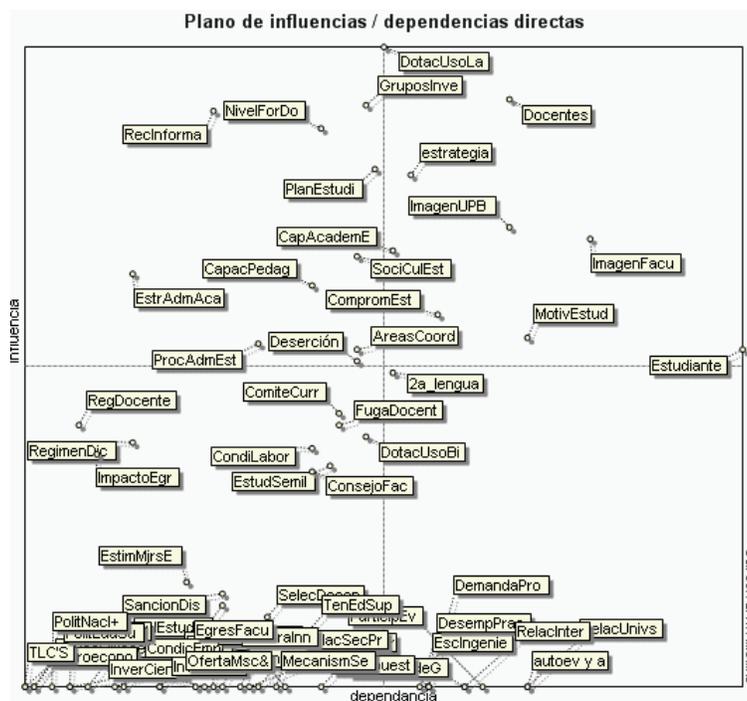


Figura 5. Plano de influencias / dependencias indirectas

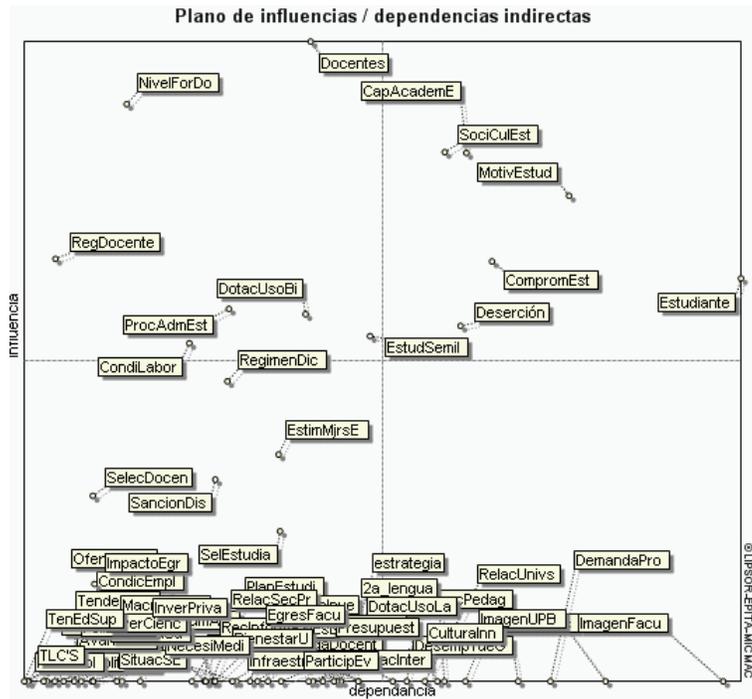
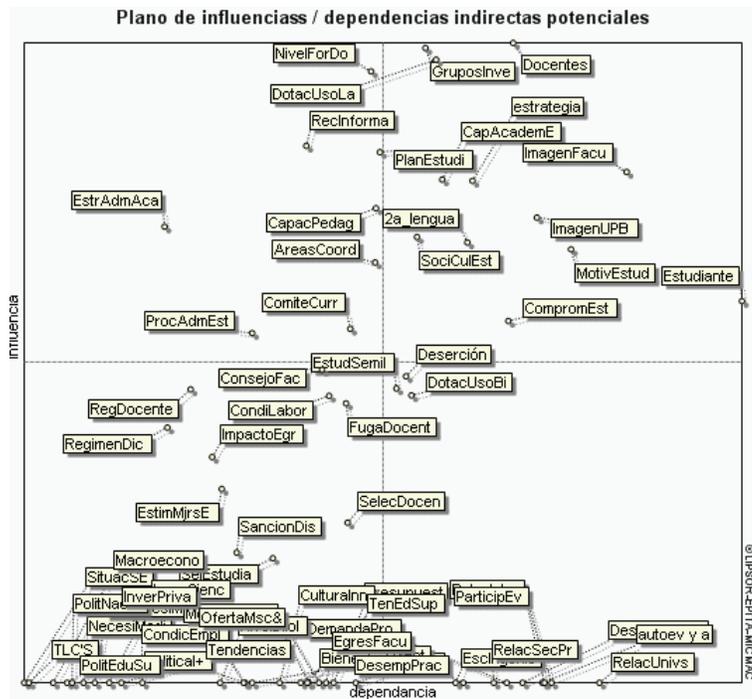


Figura 6. Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales



Del análisis de estas tres figuras se seleccionaron las como clave las siguientes variables:

1. Situación socio-cultural de los estudiantes.
2. Capacidades académicas de los estudiantes.
3. Docentes.
4. Nivel de formación y categorías de los docentes.
5. Plan de estudios.
6. Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes.
7. Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad.
8. Estructura administrativa y académica de la facultad.
9. Grupos de investigación.
10. Dotación y uso de laboratorios.
11. Acceso a recursos informáticos para estudiantes.
12. Imagen de la facultad y del programa en la sociedad.
13. Imagen de la UPB en la sociedad.
14. Capacidades pedagógicas de los docentes.

### *3.2.3. Determinación de ejes e hipótesis*

Se definieron seis ejes que agrupan los principales parámetros del sistema de calidad de los programas de educación definidos por el Consejo Nacional de Acreditación CNA. También se incluyó por aparte el tema de internacionalización por considerarse un aspecto fundamental tanto para la proyección Institucional como para un programa de ingeniería mecánica de alta calidad en la actualidad. Los siguientes son ejes:

1. Docentes y procesos académicos.
2. Estudiantes.
3. Egresados
4. Impacto sobre el medio: investigación, extensión y relaciones Universidad Empresa Estado.
5. Administración y direccionamiento estratégico.
6. Internacionalización.

Para cada eje se declaró una hipótesis de su estado al año 2020. Todas ellas se hicieron intencionadamente en positivo. Esto se debe al “deber ser” de la Facultad y el Programa frente al compromiso de implementar la cultura de la calidad en la Universidad, declarado en el Proyecto Institucional PI y en la Estrategia Genérica de la UPB [18].

El definir las hipótesis en positivo no genera problemas en la calificación de la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis, antes bien, resulta más sencillo dado que la probabilidad representa un ponderador de la visión futura del experto al redor del eje.

En las Tablas 7–9 se definen los ejes y se enuncian las hipótesis.

Tabla 7. Ejes temáticos e hipótesis (1/3)

<b>EJE TEMÁTICO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
1. DOCENTES Y PROCESOS ACADÉMICOS	Este eje comprende los aspectos relacionados con los docentes, su labor dentro del programa, los procesos académicos, los métodos para la enseñanza - aprendizaje, y la producción de material académico. También se involucran aspectos relacionados con el plan de estudios, la autoevaluación, la formación investigativa, los recursos bibliográficos, informáticos y de apoyo; las prácticas de laboratorio; los trabajos de grado y el semestre de práctica.	<p>Para el año 2020 el programa cuenta con una planta docente suficiente, con niveles de formación altos, comprometidos con la Institución, distinguidos por sus cualidades personales y profesionales. Un plan de estudios equilibrado en su cantidad de cursos y créditos, coherente, pertinente, actualizado y homologable internacionalmente.</p> <p>Una oferta de posgrados amplia, interdisciplinaria y flexible; enmarcada en la realidad del entorno, articulada con la investigación y la industria.</p> <p>Además con evidencias de un crecimiento sostenido en aspectos de internacionalización, investigación, extensión, interdisciplinariedad y demás procesos académicos.</p>
2. ESTUDIANTES	Este eje involucra a los aspectos relacionados con los estudiantes como protagonistas del proceso de formación, incluye su contexto social, sus conocimientos previos, su disposición para asimilar el conocimiento, sus expectativas, sus métodos de estudio, disposición y participación en actividades curriculares y extracurriculares dentro del programa.	<p>Para el año 2020 los estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica de la UPB son jóvenes inquietos por la ciencia y la tecnología, con fundamentos cultivados desde el colegio en las ciencias básicas de la ingeniería, motivados y orgullosos de pertenecer a la Universidad, gracias al prestigio de sus programas especialmente de Ingeniería Mecánica.</p> <p>Tendrán dominio suficiente de una segunda lengua, manejo adecuado de herramientas informáticas, interactuarán permanentemente en los laboratorios, participarán activamente en actividades de investigación y estarán motivados para continuar con sus procesos de crecimiento profesional y personal aún después de graduarse.</p>

Tabla 8. Ejes temáticos e hipótesis (2/3)

EJE TEMÁTICO	DEFINICIÓN	HIPÓTESIS
3. EGRESADOS	<p>Los egresados son el principal producto que el programa le entrega a la sociedad, por lo tanto su impacto en ella es un indicador de la calidad del mismo. Los egresados son una de las ventanas más importantes para el reconocimiento social y el posicionamiento del programa en el ámbito industrial, científico-tecnológico y académico en la región y en el país, son una herramienta importante para asegurar impactos positivos a nivel internacional, en la medida que estos son reconocidos por su excelente desempeño y conocimiento. Es importante que el programa los acoja, les de participación en sus órganos directivos y facilite su actualización profesional.</p>	<p>Para el año 2020 los egresados del programa son profesionales influyentes en los medios productivos del país, reconocidos por su sólida formación y sus cualidades personales y profesionales. Participarán activamente de las actividades académicas y administrativas del Programa y la Facultad. Sus actividades configuran por sí solas una excelente carta de presentación que atrae los mejores aspirantes al programa.</p>
4. IMPACTO SOBRE EL MEDIO: INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN Y RELACIONES UNIVERSIDAD EMPRESA ESTADO	<p>El impacto del programa hacia la sociedad no puede limitarse a la formación de ingenieros que egresan; se extiende a través de la proyección académica, cultural y social, actividades de investigación y transferencia de conocimiento y tecnología, enmarcadas principalmente en la relación Universidad - Empresa - Estado.</p> <hr/> <p>A través de actividades académicas se mantiene una relación permanente con las empresas por medio de los estudiantes que realizan su semestre de práctica. A través de la proyección cultural y social se beneficia a la comunidad académica, sus familias y a la sociedad en general.</p> <hr/> <p>La investigación básica permite la generación de conocimiento que sirve de insumo a la investigación aplicada. Esto impacta la industria en la medida que se transfiera dicho conocimiento y la tecnología para lograr el desarrollo de productos o procesos innovadores.</p>	<p>Para el año 2020 la Institución estará clasificada como una Universidad de Docencia con Investigación, los grupos de investigación que soportan el programa serán referentes a nivel internacional, no solo por su producción académica sino por su impacto en el medio a través de productos innovadores. Los grupos tendrán sus presupuestos de trabajo asegurados gracias a gestiones efectivas en el marco de la relación Universidad Empresa Estado. La extensión académica será reconocida en la región por la calidad de su portafolio de servicios y cursos, especialmente enfocados al sector empresarial, como medio de divulgación de tecnologías actuales y de procesos investigativos que tengan potencial aplicación.</p>

Tabla 9. Ejes temáticos e hipótesis (3/3)

EJE TEMÁTICO	DEFINICIÓN	HIPÓTESIS
5. ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO	<p>En un entorno cada vez más globalizado y competido, cualquier organización debe estar enmarcada en unos procesos administrativos eficaces y eficientes, con un norte claramente definido hacia el cual las acciones de cada uno de sus actores estén dirigidas. La Universidad y dentro de ella la Facultad y el Programa no son ajenos a ello. Solo una administración moderna, capaz de liderar procesos innovadores, con herramientas tecnológicas suficientes, con estrategias para que sus actores se cualifiquen continuamente puede garantizar su sostenibilidad económica y por lo tanto su existencia a largo plazo. Los procesos administrativos abarcan entre otros el manejo financiero, presupuestos, tesorería, liquidaciones, manejo de recursos físicos, gestión humana, gestión de la calidad de los procesos, etc.</p> <p><a href="http://convena.upb.edu.co/procesos/paginas-/Administrativo.html">http://convena.upb.edu.co/procesos/paginas-/Administrativo.html</a> El direccionamiento estratégico consiste en el diseño de planes, su desarrollo, monitoreo y evaluación, tanto en la alta dirección como a nivel de las unidades.</p> <p><a href="http://convena.upb.edu.co/procesos/paginas/-Estrategia.html">http://convena.upb.edu.co/procesos/paginas/-Estrategia.html</a></p>	<p>Para el año 2020 el direccionamiento por procesos de la Universidad ha llegado a un nivel de madurez suficiente que permite que las actividades operativas funcionen con altos niveles de eficiencia. Se tendrá completa claridad alrededor de la viabilidad económica de la Universidad, lo cual facilitará el acceso a recursos de alta tecnología, mejoramiento de instalaciones locativas y condiciones laborales ampliamente aceptadas empleados. Los procesos de calidad y autorregulación habrán mejorado sustancialmente los procesos haciéndolos amigables, ágiles y eficientes para cada uno de los usuarios.</p>
6. INTERNACIONALIZACIÓN	<p>“Internacionalización es la introducción de la dimensión internacional en la cultura y estrategia institucional, en las funciones de la docencia, investigación y extensión y en la proyección de la oferta y capacidades de la Universidad a través de la asociación con sectores y entidades extranjeras, tanto para la utilización de la oferta de servicios universitarios como para la ejecución de proyectos y actividades conjuntas que generen utilidades a la universidad”. OSPINA, Hugo, ROJAS, Jorge, BETANCUR, Miguel, VÁSQUEZ, Juan. Proyectos de mejoramiento institucional: internacionalización y cooperación para el desarrollo. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Junio de 2008.</p>	<p>En el año 2020 el programa tendrá una dinámica internacional que facilitará la permanente movilidad de docentes y estudiantes, se ofrecerá doble titulación con al menos cinco universidades en el mundo, permanentemente se desarrollarán proyectos de investigación con instituciones carácter internacional, mediante redes, proyectos de cooperación u otros esquemas favorables para la institución. Esta proyección internacional mejora sustancialmente la visibilidad de la Facultad en un ambiente globalizado, con impactos positivos en la calidad académica, la admisión de estudiantes nuevos y la influencia del programa en la sociedad.</p>

3.2.4. *Valoración de la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis y probabilidad de ocurrencia de los escenarios.*

Tras la evaluación de las probabilidades de ocurrencia, de cada eje de forma directa y las probabilidades de ocurrencia condicionadas al cumplimiento o no de la hipótesis de otro eje, el software Smic-Prob-Expert® entrega los resultados que se aprecian en la Figura 7.

El escenario más probable con una posibilidad del 23,7% es en el que no se cumple ninguna de las hipótesis planteadas, es decir el más pesimista de todos. Entre tanto el escenario más optimista, en el que todas las hipótesis se cumplen tiene una probabilidad de ocurrencia del 17,4%.

En la Tabla 10 puede verse la valoración detallada de los 10 escenarios más probables, ellos acumulan un 70% de las probabilidades de ocurrencia. Las casillas bajo los ejes toman valores de cero (0) cuando la hipótesis no se cumple, y de 1 cuando sí se cumple.

Tabla 10. Orden del escenario de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia

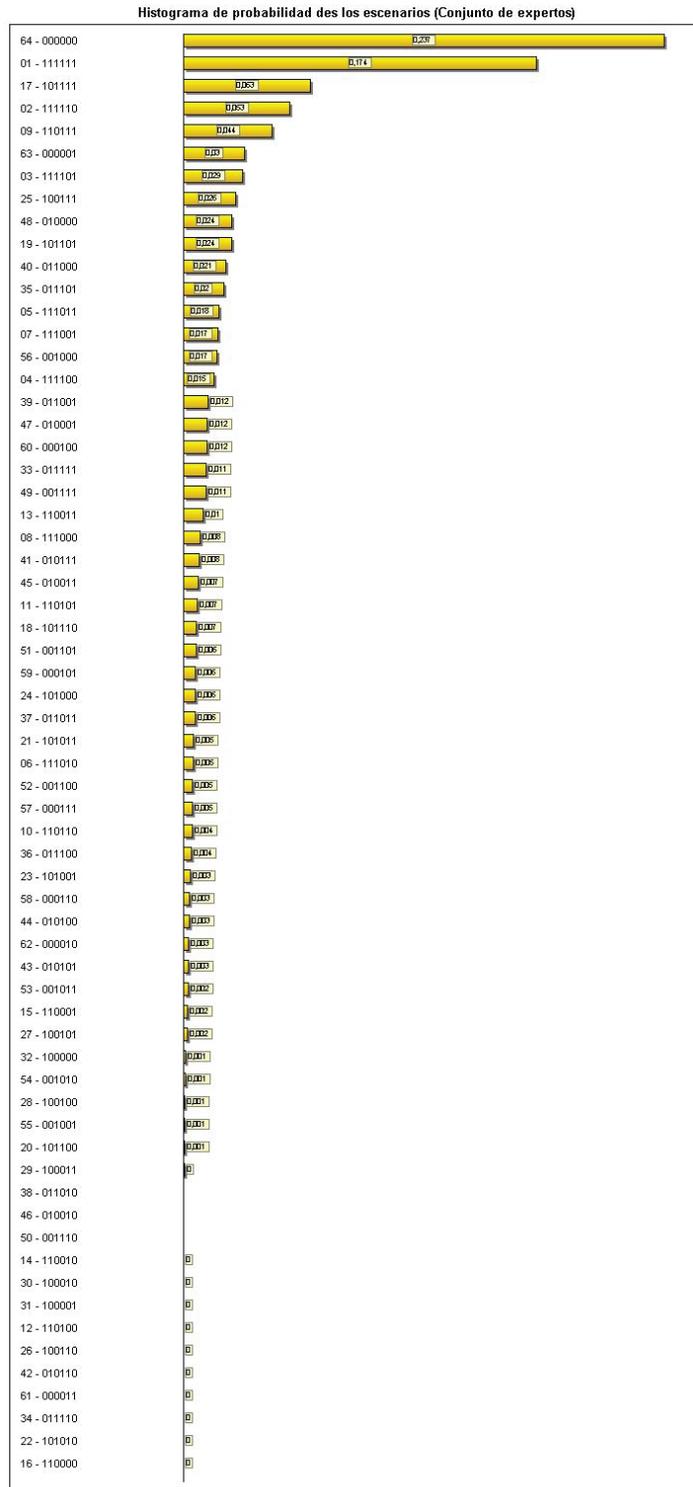
Orden del escenario según probabilidad de ocurrencia	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	Eje 6	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad de ocurrencia acumulada
1	0	0	0	0	0	0	0.237	0.237
2	1	1	1	1	1	1	0.174	0.411
3	1	0	1	1	1	1	0.063	0.474
4	1	1	1	1	1	0	0.053	0.527
5	1	1	0	1	1	1	0.044	0.571
6	0	0	0	0	0	1	0.03	0.601
7	1	1	1	1	0	1	0.029	0.63
8	1	0	0	1	1	1	0.026	0.656
9	0	1	0	0	0	0	0.024	0.68
10	1	0	1	1	0	1	0.021	0.701

3.2.5. *Determinación del escenario apuesta y enunciado del objetivo prospectivo-estratégico para la Facultad.*

El escenario apuesta debe incluir un alto nivel de avance en los seis ejes descritos, así que el escenario apuesta será (1,1,1,1,1,1) es decir, el cumplimiento de todas las hipótesis planteadas.

La justificación de esta decisión se fundamenta en la trayectoria del Programa con más de cincuenta años y casi 1800 egresados; su condición de programa acreditado en alta calidad y

Figura 7. Resultados software Smic-Prob-Expert®



perteneciente a una universidad acreditada; los esfuerzos en formación docente de los últimos años y los logros en investigación.

### *3.2.6. Declaración de escenarios*

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 10, se realiza una descripción de cómo serían los tres escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia. Estos escenarios fueron denominados para el presente trabajo como Decadencia, Vigencia y competitividad, y Cambio de enfoque.

#### **ESCENARIO PROBABLE “Decadencia”:**

Escenario 00000: Probabilidad de ocurrencia 23,7.%

La planta docente ha sufrido un estancamiento no solo en la cantidad de personas sino en sus procesos de formación, esto ha causado el desinterés general, el compromiso se ha ido perdiendo. Algunos docentes han optado por abandonar la Institución, los que quedan se limitan a cumplir con sus cursos. El desinterés ha detenido procesos de investigación, transferencia e internacionalización, por lo que los posgrados se están cerrando. La pertinencia del plan de estudios se cuestiona a nivel interno y externo, dado que su principal atributo, que era estar permeado por la investigación, es imposible de sostener.

El número de estudiantes ha disminuido notoriamente, así como el nivel académico, varios estudiantes buscan traslado para otras facultades e incluso para otras instituciones.

Los egresados se han alejado del programa, varios han optado por ejercer actividades diferentes a su profesión e incluso se ha tenido noticias de actividades ilegales.

Los procesos de acreditación se dejaron abandonados, los equipos de laboratorio son obsoletos y en su mayoría no funcionan, además se tiene incertidumbre con los estados financieros que ponen en entredicho la sostenibilidad del Programa.

#### **ESCENARIO APUESTA “Vigencia y competitividad”**

Escenario 11111: Probabilidad de ocurrencia 17,4%.

La planta docente es suficiente y en continuo desarrollo que jalona procesos de investigación e innovación, compenetrada con la industria. Esta situación permea favorablemente los programas de pregrado y posgrado que siguen en constante crecimiento.

Los estudiantes participan activamente en los procesos investigativos y académicos. La moti-

vación y el interés por participar en las actividades programadas son evidentes. Con frecuencia se dan intercambios con estudiantes de otros países en el marco de la doble titulación, las barreras por segunda lengua son pocas.

La participación de los estudiantes en múltiples proyectos ha dado acceso al fortalecimiento de los programas de posgrado y han permitido mantener unas buenas relaciones con egresados. Con estos últimos se ha mantenido una relación constante en el marco de su participación en los cuerpos colegiados y en las constantes relaciones con las empresas con las que trabajan.

Los proyectos también han permitido el desarrollo de empresas que nacen en la Universidad, éstas impactan positivamente la sociedad, mediante la generación de empleo y la creación de valor en sus procesos.

Los laboratorios se van actualizando con la ayuda de los proyectos de investigación y transferencia, se tiene acceso a la tecnología más moderna gracias a los convenios establecidos a nivel internacional. Los índices de calidad del programa son excelentes y esto se corrobora en los sucesivos certificados de acreditación.

### **ESCENARIO POSIBLE “Cambio de enfoque”**

Escenario 10111: Probabilidad de ocurrencia 6,3%.

En este escenario todos los ejes tienen un desarrollo adecuado, excepto el eje de los estudiantes. Los docentes han alcanzado niveles de formación y de producción importantes, lo cual se refleja en un impacto positivo en el medio. Este impacto permite mantener relaciones con los egresados, con las empresas y con el Estado, además de una constante relación con actores internacionales.

No obstante esta prosperidad productiva, se tienen que tomar algunas decisiones estratégicas, dado que el poco desarrollo estudiantil hace que disminuyan los ingresos por matrículas y obliga a reenfocar el negocio. Existen cuestionamientos desde la sociedad alrededor de la razón de ser de la Universidad, dado que la formación de ingenieros que jalonan el progreso de la región ha disminuido y se cuestiona el papel del Programa en el futuro cercano.

#### *3.2.7. Objetivo prospectivo estratégico del Programa*

Se enuncia el objetivo Prospectivo estratégico para el programa de Ingeniería Mecánica al año 2020 en los siguientes términos:

*Incrementar los niveles de calidad en cada uno de los factores de evaluación del Programa, buscando una alta calidad académica en los estudiantes, una certificación de acreditación internacional y una elevada proyección en el medio.*

El cumplimiento de este objetivo requiere de una serie de acciones que se tienen que ir desarrollando en el tiempo. Esto se enmarca en una propuesta de plan de desarrollo que busca el fortalecimiento de cada uno de los ejes a través de la intervención de múltiples variables, especialmente las que en este trabajo fueron determinadas como variables clave. A continuación se presenta la propuesta del plan de desarrollo.

### **3.3. PROPUESTA DE DESARROLLO PARA EL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA AL AÑO 2020**

Se plantea una propuesta consistente de 16 acciones que buscan el fortalecimiento de cada uno de los ejes. Cada acción tiene unos indicadores que se deben cumplir para llegar al escenario apuesta.

Se debe prestar especial atención a las acciones relacionadas con el eje de estudiantes, dado que la probabilidad de que este eje no logre alcanzar el estado adecuado, según la hipótesis planteada, es alta. En las Tablas 11–12 se presenta la propuesta de acciones con sus respectivos indicadores en el tiempo.

Tabla 11. Propuesta de acciones (1/2)

<b>VARIABLES CLAVE</b>	<b>PLAN DE MEJORAMIENTO</b>
Situación socio-cultural de los estudiantes y capacidades académicas de los estudiantes.	Conformación del grupo de interés estudiantil Mecánica Integrada en 2010. Disminuir la deserción en Ingeniería Mecánica por debajo de 30% en los próximos dos años.
Docentes, Nivel de formación y categorías de los docentes, y capacidades pedagógicas de los docentes.	Culminar los procesos de formación avanzada de todos los docentes. El 100% de los docentes hará al menos un curso de cualificación docente por año. Recibir al menos tres profesores visitantes por año, enviar al menos tres profesores a otras universidades cada año y participar al menos en tres eventos de difusión científica de carácter nacional y tres de carácter internacional. Tener al menos del 90% de los cursos del ciclo profesional apoyados con herramientas virtuales bajo plataforma Moodle. Editar notas de clase y presentaciones de varios cursos del ciclo profesional para finales de 2011. El 100% de los docentes internos deben tener al menos formación de Especialista para el año 2011 y de Magíster para el año 2013. Antes de la implementación de la reforma curricular se deberá formar al menos 10 docentes en metodologías modernas de enseñanza y aprendizaje y en formación en ambientes virtuales y que como resultado de esta formación se apliquen acciones específicas en los correspondientes cursos.
Plan de estudios.	Culminar el proyecto de diagnóstico curricular y tener un informe ejecutivo de las acciones a abordar para mejorar aspectos curriculares del Programa para finales de 2010. La reforma curricular es objeto de trabajo durante el año 2010, se espera entre en funcionamiento en el transcurso de 2011.
Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes.	Incrementar la movilidad internacional de los estudiantes y profesores año a año.
Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad y Estructura administrativa y académica de la facultad.	Disminuir los reprocesos en las actividades relacionadas con la programación académica y continuar estructurando una programación que con la mayor estabilidad posible en el tiempo. Organizar estrategias para la evaluación de la labor docente al final de los periodos académicos.
Grupos de investigación.	Mantener las categorías de clasificación en Colciencias para la medición del 2010. Desarrollar al menos un proyecto de investigación con otras instituciones de educación superior por cada grupo de investigación por año. Generar y participar en empresas de conocimiento con socios de valor: académicos, empresarios y representantes del Estado.
Dotación y uso de laboratorios.	Realizar un manejo eficiente de laboratorios y talleres e incrementar sus índices de utilización. Usar efectivamente los convenios con otras universidades que permitan la utilización de recursos de laboratorios.

Tabla 12. Propuesta de acciones (2/2)

VARIABLES CLAVE	PLAN DE MEJORAMIENTO
Acceso a recursos informáticos para estudiantes.	Mantener actualizados los recursos informáticos y de comunicaciones con los que cuenta el Programa.
	Promover entre docentes y estudiantes el uso de herramientas virtuales que faciliten las labores académicas.
	Utilizar el espacio web del Programa como herramienta eficaz de comunicación.
Imagen de la facultad y del programa en la sociedad e Imagen de la UPB en la sociedad.	Desarrollo al menos de dos proyectos encaminados a la solución de problemas industriales concretos por año.
	Desarrollo de al menos dos cursos de formación continua por año que tengan impactos positivos sobre el medio.

## **4. AUTOEVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UPB Y SU ARTICULACIÓN CON EL ESTUDIO PROSPECTIVO**

### **4.1. ACERCAMIENTO GENERAL AL PROCESO DE ACREDITACIÓN Y RENOVACIÓN DE LA ACREDITACIÓN DEL UN PROGRAMA DE PREGRADO EN COLOMBIA**

La autoevaluación es un proceso crítico de revisión interna que debe seguir cualquier programa académico o institución de educación superior en Colombia, con el objetivo de mejorar los niveles de calidad de la educación. La autoevaluación permite hacer permanentes reflexiones alrededor de los aciertos y las falencias del programa y la institución. A partir de éstas se construyen y se ponen en marcha planes de mejoramiento en búsqueda de niveles de excelencia en los aspectos que afectan el servicio educativo.

Los procesos de autoevaluación están enmarcados en las políticas de autonomía universitaria y autorregulación y son de carácter obligatorio, dado que son un requisito para la renovación del registro calificado de cualquier programa [19]. No obstante, existe un proceso posterior a la autoevaluación que es de carácter voluntario, y se denomina proceso de acreditación.

La acreditación es un reconocimiento que hace el Estado al verificar que los niveles de calidad son suficientemente altos. Para ello se apoya en el CNA (Consejo Nacional de Acreditación) quien ha establecido unos lineamientos para evaluar los programas de pregrado [17].

Los lineamientos del CNA contemplan la evaluación de ocho factores. Cada factor está dividido en características, y cada característica es evaluada a partir de indicadores. Los indicadores pueden ser de tipo estadístico, documental o apreciativo. Los primeros indagan por cifras de operación relacionadas con el programa o la institución. Los documentales indagan por la existencia de soportes escritos que contengan políticas, decisiones, planes y demás información que pueda relacionarse con la calidad del servicio educativo. Los últimos recogen la percepción de calidad de los actores involucrados en el servicio.

Para la realización del proceso de autoevaluación se establece una metodología en la que se

pondera el peso de la calificación de indicadores, características y factores. Posteriormente se realiza un proceso de autoevaluación, levantando la información de cada indicador. Como resultado de ello, el programa o institución logra una calificación y establece una serie de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas desde las cuales generará un plan de mejoramiento.

El resultado de la autoevaluación se documenta y se envía al CNA. Este Consejo asigna entonces, pares externos al programa que, tras una revisión detallada de los documentos y una visita harán su propia evaluación. Finalmente, el CNA, basado en ambos resultados (la autoevaluación interna y la evaluación externa hecha por los pares) recomienda al Ministerio de Educación Nacional acreditar el programa por un determinado periodo de tiempo o abstenerse de hacerlo. Si el programa es acreditado, el Ministerio expide una resolución en la cual otorga la acreditación y justifica las razones que llevaron a esa decisión.

Debido a que la acreditación es por un tiempo limitado, es necesario que el programa continúe sus procesos de autoevaluación permanente y mejore sus índices de calidad si desea optar por una renovación de la acreditación.

#### **4.2. PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN CON FINES DE RENOVACIÓN DE ACREDITACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA EN LA UNIVESIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

Los procesos de autoevaluación encaminados a la acreditación de programas son una directriz Institucional consignada en el Proyecto Institucional. Éstos son presentados como un componente de la Cultura de la Calidad y un elemento de competitividad en el ámbito educativo. En ese sentido, la Institución misma está acreditada desde 2006.

El Programa de Ingeniería Mecánica, siempre ha estado en un continuo proceso de evaluación y mejoramiento. Esto se formalizó en 2002, cuando se realizaron actividades de autoevaluación del Programa con fines de obtener el registro calificado. En mayo de 2006 recibió la acreditación de alta calidad por un periodo de cuatro años.

El proceso de autoevaluación del Programa acá descrito tuvo como objetivo principal la renovación de la acreditación y se realizó para una ventana de tiempo entre el 2006 y 2009 [9]. Está basado en la metodología publicada por el CNA, cuya última revisión fue presentada en noviembre de 2006.

La ponderación establecida para este proceso fue la misma que se usó para el proceso anterior, que llevó al Programa a su primera acreditación de alta calidad. Esto se hizo con el propósito de visualizar coherentemente la evolución de cada uno de los aspectos. A continuación se describe la calificación.

#### 4.2.1. INTERPRETACIÓN DE LAS CALIFICACIONES:

Para la calificación de los indicadores se estableció una escala cualitativa y cuantitativa que se puede ver en la Tabla 13, allí se establece cómo es la calificación según el logro de los aspectos que se evalúan.

Tabla 13. Escala de calificación de los indicadores

Descripción	Nivel de cumplimiento	Rango de cumplimiento (%)
Los resultados del indicador muestran un alto grado de cumplimiento y son altamente satisfactorios, corresponden a lo esperado para un programa de alto nivel de calidad y se constituyen en una fortaleza de la institución.	Alto	[70;100]
Los resultados del indicador cumplen con las expectativas frente a las condiciones promedio exigidas para un programa de ingeniería a nivel nacional e internacional, pero pueden ser mejorados para que correspondan a un programa de vanguardia.	Medio	[40;69]
Los resultados no son satisfactorios para los estándares de calidad esperados para un programa de ingeniería mecánica. Estos resultados han permitido identificar oportunidades de mejoramiento, a las cuales la Institución dará respuesta según los planes de mejoramiento que se presenten.	Bajo	[1;39]
El indicador muestra ausencia de resultados, deben implementarse acciones que lleven a la consecución de resultados en el futuro inmediato.	Ninguno	[0]

#### 4.2.2. PONDERACIÓN:

Cada factor y característica tiene un peso determinado dentro de la evaluación general. En las Tablas 14 y 15 se presenta el peso asignado a cada uno de estos elementos.

Los resultados de las calificaciones se desarrollaron de la siguiente manera:

4.2.2.1. Para los indicadores: con base en el análisis de la información, se calificó cada indicador según el cumplimiento definido en la Tabla 13.

4.2.2.2. Para las características: se obtuvo el promedio aritmético de los indicadores que las componen, obteniendo un factor de ponderación (porcentaje). Éste se multiplica con el valor individual (porcentaje asignado en las Tablas 14 y 15 de la característica).

4.2.2.3. Para los factores: se suman los porcentajes logrados por las características en el párrafo anterior. Luego se totaliza y se obtiene el resultado de la evaluación del programa.

#### *4.2.3. RESULTADO DEL PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN*

Una vez recopilada la información, se promedian las calificaciones de los indicadores para obtener una calificación por característica. Luego, las calificaciones de las características se ponderan para obtener la calificación del factor. Finalmente, las calificaciones de los factores se ponderan para obtener la calificación total del Programa. Las Tablas 16 y 17 presentan el resultado de la calificación del Programa obtenido después del proceso de autoevaluación.

En octubre de 2010 se recibió la visita de los pares externos y el 13 de Junio de 2011 se recibió la acreditación de alta calidad para el Programa por 8 años. En el Anexo J. se presenta la Resolución 4685 expedida por el Ministerio de Educación Nacional.

### **4.3. INFLUENCIA DEL ANÁLISIS PROSPECTIVO EN EL PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA**

El estudio prospectivo permitió tener una visión clara de los procesos educativos, las variables que lo influyen, sus relaciones de influencia y dependencia, y su integración en el aparato de calidad del Programa. Esta visión permite emitir juicios de valor objetivos y encaminar los planes y proyectos orientados al incremento de la calidad.

En este sentido, la determinación de las 14 variables clave descritas en el tercer capítulo, está relacionada directamente con una cantidad importante de metas planteadas en el plan de mejoramiento consignado en el documento de autoevaluación del Programa. Esta relación se presenta en las Tablas 18 y 19.

Tabla 14. Ponderación de los factores y características y criterios de evaluación de las características (1/2)

FACTOR	% ASIGNADO
<b>FACTOR 1: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LA MISIÓN Y PROYECTO INSTITUCIONAL</b>	<b>- 10</b>
Característica 1: misión institucional.	1.1
Característica 2: proyecto institucional.	3.3
Característica 3: proyecto educativo del programa.	2.3
Característica 4: relevancia académica y pertinencia social del programa.	3.3
<b>FACTOR 2: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS ESTUDIANTES</b>	<b>- 16</b>
Característica 5: mecanismos de ingreso.	3.5
Característica 6: número y calidad de estudiantes admitidos.	3
Característica 7: permanencia y deserción estudiantil.	3
Característica 8: participación en actividades de formación integral.	3
Característica 9: reglamento estudiantil.	3.5
<b>FACTOR 3: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS PROFESORES</b>	<b>- 16</b>
Característica 10: selección y vinculación de profesores.	2.7
Característica 11: estatuto profesoral.	1.8
Característica 12: número, dedicación y nivel de formación de los profesores.	2.7
Característica 13: desarrollo profesoral.	2.7
Característica 14: interacción con las comunidades académicas.	0.7
Característica 15: estímulos a la docencia, investigación y proyección social.	1.8
Característica 16: producción del material docente.	1.8
Característica 17: remuneración por méritos.	1.8
<b>FACTOR 4: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS PROCESOS ACADÉMICOS</b>	<b>- 16</b>
Característica 18: integralidad del currículo.	1
Característica 19: flexibilidad del currículo.	1
Característica 20: interdisciplinariedad del programa.	1
Característica 21: relaciones Internacionales.	1
Característica 22: metodologías de enseñanza y aprendizaje.	1.5
Característica 23: sistema de evaluación de estudiantes.	1.5
Característica 24: trabajos de los estudiantes.	1
Característica 25: evaluación y autorregulación del programa.	1
Característica 26: formación para la investigación.	1.5
Característica 27: compromiso con la investigación.	1.5
Característica 28: extensión y proyección social.	1
Característica 29: recursos bibliográficos.	1
Característica 30: recursos informáticos y de comunicación.	1
Característica 31: recursos de apoyo didáctico.	1
<b>FACTOR 5: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS AL BIENESTAR INSTITUCIONAL</b>	<b>- 6</b>
Característica 32 : políticas, programas, y servicios de bienestar universitario	6

Tabla 15. Ponderación de los factores y características y criterios de evaluación de las características (2/2)

<b>FACTOR 6: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LA ORGANIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN.</b>	-	<b>16</b>
Característica 33: organización, administración y gestión	4.8	
Característica 34: sistemas de comunicación e información	3.2	
Característica 35: dirección del programa	4.8	
Característica 36: promoción del programa	3.2	
<b>FACTOR 7: EGRESADOS E IMPACTO EN EL MEDIO</b>	-	<b>10</b>
Característica 37: influencia del programa en el medio	3.8	
Característica 38: seguimiento de los egresados	2.4	
Característica 39: impacto de los egresados en el medio social y académico	3.8	
<b>FACTOR 8: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS</b>	-	<b>10</b>
Característica 41: recursos físicos	3.8	
Característica 42: presupuesto del programa	2.4	
Característica 43: administración de recursos	3.8	
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### 4.4. ARTICULACIÓN DE LA INDAGACIÓN TEMÁTICA CON LOS PROCESOS DE AUTOEVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN DE ALTA CALIDAD DEL PROGRAMA

Los 34 temas de alta prioridad para la ingeniería mecánica en el año 2020, presentados como resultado del presente estudio en el capítulo 2, no pueden ser abordados en su totalidad por el Programa debido a los recursos técnicos, económicos y humanos que requeriría. No obstante, el trabajo al interior de los grupos de investigación y la inversión en la formación docente de alto nivel realizada en los últimos años, permite abordar con propiedad una buena cantidad de estos temas.

La estrategia educativa del Programa está altamente influenciada por trabajo realizado desde los grupos de investigación. Es así como el resultado de la indagación temática, elemento orientador de la investigación, permite tener certeza sobre la pertinencia del Programa y por ende su alto impacto social, dado que se está formando profesionales con fortalezas es los temas de muy alta vigencia al momento de graduarse [2].

Tabla 16. Calificación de características y factores en el proceso de autoevaluación 2006–2009 (1/2)

NOMBRE	%	CALIFICACIÓN
<b>FACTOR 1: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LA MISIÓN Y PROYECTO INSTITUCIONAL</b>	<b>10</b>	<b>94,3</b>
Característica 1: misión institucional.	1.1	98,2
Característica 2: proyecto institucional.	3.3	100
Característica 3: proyecto educativo del programa.	2.3	91,3
Característica 4: relevancia académica y pertinencia social del programa.	3.3	89,3
<b>FACTOR 2: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS ESTUDIANTES ANTES</b>	<b>16</b>	<b>82,4</b>
Característica 5: mecanismos de ingreso.	3.5	99,6
Característica 6: número y calidad de estudiantes admitidos.	3	81,8
Característica 7: permanencia y deserción estudiantil.	3	70
Característica 8: participación en actividades de formación integral.	3	72,5
Característica 9: reglamento estudiantil.	3.5	84,6
<b>FACTOR 3: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS PROFESORES</b>	<b>16</b>	<b>91,6</b>
Característica 10: selección y vinculación de profesores.	2.7	92,7
Característica 11: estatuto Profesoral.	1.8	91,6
Característica 12: número, dedicación y nivel de formación de los profesores.	2.7	97
Característica 13: desarrollo profesoral.	2.7	98
Característica 14: interacción con las comunidades académicas.	0.7	87
Característica 15: estímulos a la docencia, investigación y proyección social.	1.8	89,7
Característica 16: producción del material docente.	1.8	73,5
Característica 17: remuneración por méritos.	1.8	94
<b>FACTOR 4: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS PROCESOS ACADÉMICOS</b>	<b>16</b>	<b>84,9</b>
Característica 18: integralidad del currículo.	1	86,7
Característica 19: flexibilidad del currículo.	1	89,3
Característica 20: interdisciplinariedad del programa.	1	86,9
Característica 21: relaciones Internacionales.	1	95,9
Característica 22: metodologías de enseñanza y aprendizaje.	1.5	88
Característica 23: sistema de evaluación de estudiantes.	1.5	88,5
Característica 24: trabajos de los estudiantes.	1	61,7
Característica 25: evaluación y autorregulación del programa.	1	95,7
Característica 26: formación para la investigación.	1.5	100
Característica 27: compromiso con la investigación.	1.5	100
Característica 28: extensión y proyección social.	1	91,7
Característica 29: recursos bibliográficos.	1	92,7
Característica 30: recursos informáticos y de comunicación.	1	92,9
Característica 31: recursos de apoyo didáctico.	1	89,7

Tabla 17. Calificación de características y factores en el proceso de autoevaluación 2006–2009  
(2/2)

<b>FACTOR 5: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS AL BIENESTAR INSTITUCIONAL</b>	<b>6</b>	<b>80,3</b>
Característica 32 : políticas, programas, y servicios de bienestar universitario	6	80,3
<b>FACTOR 6: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LA ORGANIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN.</b>	<b>16</b>	<b>91,6</b>
Característica 33: organización, administración y gestión	4.8	89,2
Característica 34: sistemas de comunicación e información	3.2	92,5
Característica 35: dirección del programa	4.8	92,8
Característica 36: promoción del programa	3.2	92,8
<b>FACTOR 7: EGRESADOS E IMPACTO EN EL MEDIO</b>	<b>10</b>	<b>83,5</b>
Característica 37: influencia del programa en el medio	3.8	95,4
Característica 38: seguimiento de los egresados	2.4	92,3
Característica 39: impacto de los egresados en el medio social y académico	3.8	66
<b>FACTOR 8: CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LOS RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS</b>	<b>10</b>	<b>90,1</b>
Característica 41: recursos físicos	3.8	91,9
Característica 42: presupuesto del programa	2.4	91
Característica 43: administración de recursos	3.8	87,7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>87,68%</b>

Tabla 18. Relación entre variables clave y plan de mejoramiento (1/2)

<b>VARIABLES CLAVE</b>	<b>PLAN DE MEJORAMIENTO</b>
Situación socio-cultural de los estudiantes y capacidades académicas de los estudiantes.	Conformación del grupo de interés estudiantil Mecánica Integrada en 2010.
	Disminuir la deserción en Ingeniería Mecánica por debajo de 30% en los próximos dos años.
Docentes, Nivel de formación y categorías de los docentes, y capacidades pedagógicas de los docentes.	Culminar los procesos de formación avanzada de todos los docentes.
	El 100% de los docentes hará al menos un curso de cualificación docente por año.
	Recibir al menos tres profesores visitantes por año, enviar al menos tres profesores a otras universidades cada año y participar al menos en tres eventos de difusión científica de carácter nacional y tres de carácter internacional.
	Tener al menos del 90% de los cursos del ciclo profesional apoyados con herramientas virtuales bajo plataforma Moodle. Editar notas de clase y presentaciones de varios cursos del ciclo profesional para finales de 2011.
	El 100% de los docentes internos deben tener al menos formación de Especialista para el año 2011 y de Magíster para el año 2013.
Plan de estudios.	Antes de la implementación de la reforma curricular se deberá formar al menos 10 docentes en metodologías modernas de enseñanza y aprendizaje y en formación en ambientes virtuales y que como resultado de esta formación se apliquen acciones específicas en los correspondientes cursos.
	Culminar el proyecto de diagnóstico curricular y tener un informe ejecutivo de las acciones a abordar para mejorar aspectos curriculares del Programa para finales de 2010.
Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes.	La reforma curricular es objeto de trabajo durante el año 2010, se espera entre en funcionamiento en el transcurso de 2011.
	Incrementar la movilidad internacional de los estudiantes y profesores año a año.
Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad y Estructura administrativa y académica de la facultad.	Disminuir los reprocesos en las actividades relacionadas con la programación académica y continuar estructurando una programación que con la mayor estabilidad posible en el tiempo.
	Organizar estrategias para la evaluación de la labor docente al final de los periodos académicos.
Grupos de investigación.	Mantener las categorías de clasificación en Colciencias para la medición del 2010.
	Desarrollar al menos un proyecto de investigación con otras instituciones de educación superior por cada grupo de investigación por año.
Dotación y uso de laboratorios.	Realizar un manejo eficiente de laboratorios y talleres e incrementar sus índices de utilización.
	Usar efectivamente los convenios con otras universidades que permiten la utilización de recursos de laboratorios.

Tabla 19. Relación entre variables clave y plan de mejoramiento (2/2)

VARIABLES CLAVE	PLAN DE MEJORAMIENTO
Acceso a recursos informáticos para estudiantes.	Mantener actualizados los recursos informáticos y de comunicaciones con los que cuenta el Programa.
	Promover entre docentes y estudiantes el uso de herramientas virtuales que faciliten las labores académicas.
	Utilizar el espacio web del Programa como herramienta eficaz de comunicación.
Imagen de la facultad y del programa en la sociedad e	Desarrollo al menos de dos proyectos encaminados a la solución de problemas industriales concretos por año.
Imagen de la UPB en la sociedad.	Desarrollo de al menos dos cursos de formación continua por año que tengan impactos positivos sobre el medio.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó un estudio prospectivo para la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana. Este estudio es una herramienta para el direccionamiento de la Facultad, ya que aporta información valiosa alrededor de dos aspectos: las tendencias de la ingeniería mecánica y los elementos estratégicos para la conducción del Programa. Esta información permite hacer un uso efectivo de los recursos para obtener los resultados que se plantean como deseados para el año 2020.

Se realizó una indagación temática con un grupo de expertos de alto nivel, y se encontraron 34 temas de alta prioridad, distribuidos en seis áreas medulares de ingeniería mecánica. Estos temas permiten orientar el trabajo de los grupos de investigación, la formación docente y las tendencias curriculares, no solo del Programa de Ingeniería Mecánica, sino de la Escuela de Ingenierías de la UPB. Los temas relacionados con el desarrollo sostenible y las herramientas informáticas en la ingeniería mecánica se mantienen con respecto al primer estudio prospectivo publicado en el año 2000. Adicionalmente, temas relacionados con micro sistemas, nanotecnología y robótica aparecieron como actores clave para tener en cuenta hacia el futuro.

Se realizó un análisis estructural el cual permitió identificar 14 variables clave, las cuales tienen poder de influir sobre casi todos los aspectos del Programa. La inclusión de proyectos que influyan sobre estas variables posibilitará el fortalecimiento integral del programa y su adecuado desarrollo.

El escenario más probable de la facultad al año 2020 es completamente desfavorable. En él, ninguno de los ejes fundamentales que soporta el Programa logra un nivel de desarrollo adecuado. No obstante, en el segundo escenario más probable se logra el desarrollo integral de todos los ejes del Programa. Éste se configura como el escenario apuesta, que pone el programa en una posición vanguardista, con recursos suficientes para garantizar su sostenibilidad en el tiempo y con impactos favorables en la sociedad.

Los aspectos relacionados con los estudiantes representan el mayor riesgo para el desarrollo integral del Programa. Debe prestarse especial atención a la situación socio-cultural, a las capacidades académicas de los estudiantes y a la influencia que los docentes y otros actores institucionales ejercen sobre ellos.

Los egresados de los programas de educación superior deben estar preparados para abordar el futuro. En este sentido, las reflexiones prospectivas son herramientas influyentes y determinantes de los procesos de aseguramiento de la calidad de la educación. En estas reflexiones se recoge, procesa y analiza información fundamental para su desarrollo a largo plazo.

El presente estudio se configura como un aporte de alta relevancia en los procesos de autoevaluación del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, proceso que finalizó exitosamente con la acreditación de alta calidad del programa por ocho años en junio de 2011.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Flórez, D. A., Zartha, J. W., Martínez, V., and Herrera, J., 2009. “Estudio prospectivo temático de ingeniería mecánica en Colombia al año 2020”. In *Memorias del IV Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y II de Ingeniería Mecatrónica*, Bogotá.
- [2] Flórez, D. A., Zartha, J. W., and Martínez, V., 2010. “Estudio prospectivo de ingeniería mecánica al año 2020 y su articulación con el desarrollo de la facultad de ingeniería mecánica de la universidad pontificia bolivariana”. In *Memorias del II Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación*, Bogotá.
- [3] Laity, W., Aung, W., Benson, R., Bernard, J., Fisher, K., Gourley, F., King, B., Menon, A., Nott, B., Perry, T., Simoneau, B., Stong, C., Warrington, B., and Wepfer, B., 2004. “A vision of the future of mechanical engineering education”. *ASME Council on Education*, **1**, pp. 1–4.
- [4] ACOFI, 2007. *El ingeniero del año 2020, retos para su formación*. ACOFI.
- [5] Prados, J., Peterson, G. D., and Lattuca, L. R., 2005. “Quality assurance of engineering education through accreditation: The impact of engineering criteria 2000 and its global influence”. *Journal of Engineering Education*, (January), pp. 165–184.
- [6] Universidad Pontificia Bolivariana, 2005. *Proyecto Institucional*. Ed. Prensa Libre, Medellin - Colombia.
- [7] ACOFI–ICFES, 1996. *Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Mecánica. Documento final*. ACOFI, Santafé de Bogotá.
- [8] Builes, C. A., and Manrique, J. A., 2000. “Las prioridades investigativas en Ingeniería Mecánica: un estudio prospectivo en Antioquia”. Master’s thesis, Maestría en Gestión Tecnológica, Universidad Pontificia Bolivariana.
- [9] Flórez, D. A., 2010. Informe de autoevaluación del programa de ingeniería mecánica de la upb 2006–2009. Tech. rep., Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana.

- [10] Balaraman, S., and Venkatakrishnan, K. S., 1980. “Identifying engineering education goals and priorities for the future: An experiment with the delphi technique”. *Higher Education*, **9**, pp. 53–67.
- [11] Godet, M., 1993. *De la anticipación a la acción: manual de prospectiva y estrategia*. Marcombo.
- [12] Zartha, J. W., and Herrera, J. F., 2011. *Prospectiva tecnológica. Aplicación del Método Delphi en facultades y programas de ingeniería. Caso Universidad Pontificia Bolivariana*. UPB.
- [13] Gutiérrez, L., 2008. “Estudio de prospectiva académica del programa de ingeniería informática de la UPB, sede Medellín, al año 2015”. Master’s thesis, Maestría en Gestión Tecnológica, Universidad Pontificia Bolivariana.
- [14] Zartha, J. W., and Orozco, G. L., 2008. “Estudio de prospectiva académica de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana al año 2020”. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, **6(2)**, pp. 67–75.
- [15] Mojica, F., 1991. *La prospectiva, técnicas para visualizar el futuro*. Legis, Bogotá.
- [16] Godet, M., 2000. *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. Instituto Europeo de Prospectiva y Estrategia.
- [17] Consejo Nacional de Acreditación, 2006. *Lineamientos para la acreditación de programas*. CNA.
- [18] Universidad Pontificia Bolivariana, 2007. *Hacia el año 2015. La estrategia genérica y sus objetivos prospectivo – estratégicos*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- [19] Ministerio de Educación Nacional, 2010. Decreto no 1295 de 2010. registro calificado para programas académicos de educación superior.

## ANEXOS



## A. LISTADO DE EXPERTOS

## LISTADO DE EXPERTOS

<b>NOMBRE</b>	<b>FORMACION</b>	<b>EXPERIENCIA</b>	<b>PERFIL</b>
Alberto Naranjo Carvajal	Doctor	Más de 15 años	Académico
Alexander Ossa Henao	Doctor	10 a 15 años	Académico
Alfredo Ignacio Gutiérrez Gómez	Especialista	Más de 15 años	Sector Productivo
Andrés Osorio Mejía	Magíster	5 a 10 años	Empresario
Carlos F. Rodríguez H.	Doctor	Más de 15 años	Académico
Enrique Posada Restrepo	Magíster	Más de 15 años	Sector Servicios
José Fabio Vélez Mejía	Magíster	Más de 15 años	Empresario
Faustino Mujika	Doctor	10 a 15 años	Académico
Hernán Toro	Especialista	Más de 15 años	Sector Productivo
Ignacio Posada	Magíster	Más de 15 años	Empresario
José Isaac Jaramillo Moreno	Magíster	Más de 15 años	Académico
Luis Javier Cruz Riaño	Doctor	Más de 15 años	Académico
Jorge Saldarriaga Escobar	Magíster	10 a 15 años	Académico
Juan Miguel Vásquez Cifuentes	Magíster	10 a 15 años	Académico
Julio Cesar Correa Rodríguez	Doctor	Más de 15 años	Académico
Manuel J. Betancur	Doctor	Más de 15 años	Académico
Manuel García	Posdoctor	Más de 15 años	Académico
Piedad Felisinda Gañán Rojo	Doctor	Más de 15 años	Académico
Rafael E. Vásquez Moncayo	Magíster	5 a 10 años	Académico
Raúl Molina M.	Pregado	Más de 15 años	Empresario
Ricardo Moreno Sánchez	Magíster	5 a 10 años	Académico
Hader Vladimir Martínez T.	Doctor	10 a 15 años	Académico
Whady Felipe Flórez Escobar	Doctor	10 a 15 años	Académico
Oscar Julio Jaramillo Estrada	Especialista	Más de 15 años	Sector Productivo
Álvaro Arango Restrepo	Pregado	Más de 15 años	Sector Productivo
Gustavo Cañas Mejía	Especialista	Más de 15 años	Sector Productivo
Jorge Mario Peláez Velásquez	Pregado	10 a 15 años	Sector Productivo
Jorge Alberto Ramírez Sucerquía	Especialista	10 a 15 años	Sector Productivo
Juan Camilo Osorio Mejía	Magíster	0 a 5 años	Sector Servicios
Juan Ignacio Gutiérrez Hoyos	Especialista	5 a 10 años	Sector Productivo
Marco E. Sanjuan	Doctor	10 a 15 años	Académico
Elisa María Ramos Peláez	Magíster	Más de 15 años	Sector Servicios
Iván Saldarriaga A.	Magíster	Más de 15 años	Sector Servicios
José María Kenny	Doctor	Más de 15 años	Académico
Marta Liliana Giraldo Cardona	Magíster	5 a 10 años	Sector Productivo
Ana Cecilia Escudero	Magíster	5 a 10 años	Académico
Mauricio Giraldo	Doctor	5 a 10 años	Académico
Juan Alberto Ramírez	Especialista	5 a 10 años	Académico
Norha Ligia Posada	Especialista	5 a 10 años	Académico
Carlos Andrés Pérez Gutiérrez	Magíster	5 a 10 años	Académico
Germán Camilo Calle	Magíster	Más de 15 años	Sector Productivo
Humberto de J. Jiménez Mejía	Pregado	Más de 15 años	Sector Productivo
Jorge Tomás Ángel González	Magíster	Más de 15 años	Empresario
José Manuel García Aznar	Posdoctor	10 a 15 años	Académico
José Luis Mendivelso Patiño	Especialista	10 a 15 años	Sector Productivo
Mauricio Jaillier Ochoa	Magíster	10 a 15 años	Sector Productivo
Oscar Villa	Magíster	Más de 15 años	Sector Productivo
Rubén Giraldo Múnera	Pregado	Más de 15 años	Empresario
Miguel Ángel Núñez	Pregado	10 a 15 años	Sector Productivo
Juan Carlos Buitrago Guerrero	Especialista	Más de 15 años	Sector Productivo
Edgard Gaviria	Pregado	10 a 15 años	Sector Productivo
Max Suell Dutra	Posdoctor	10 a 15 años	Académico

## B. ÁRBOL TEMÁTICO

# ÁRBOL TEMÁTICO DE INGENIERÍA MECÁNICA

1. Área de materiales.
  - 1.1. Materiales tradicionales metálicos
    - 1.1.1. Aceros.
    - 1.1.2. Fundiciones.
    - 1.1.3. Aleaciones de bajo punto de fusión.
    - 1.1.4. Aleaciones no ferrosas de alto punto de fusión.
  - 1.2. Materiales tradicionales plásticos
    - 1.2.1. Termorrígidos.
    - 1.2.2. Termoplásticos.
    - 1.2.3. Elastómeros.
  - 1.3. Materiales tradicionales cerámicos
    - 1.3.1. Oxidicas simples.
    - 1.3.2. Mezclas de óxidos.
    - 1.3.3. Carburos.
    - 1.3.4. Nitruros.
    - 1.3.5. Intermetálicos.
    - 1.3.6. Vidrios o cerámicas no cristalinas.
  - 1.4. Maderas.
    - 1.4.1. Duras.
    - 1.4.2. Blandas.
    - 1.4.3. Sintéticas.
  - 1.5. Materiales y medio ambiente
    - 1.5.1. Corrosión y degradación.
    - 1.5.2. Producción limpia.
    - 1.5.3. Aprovechamiento de residuos.
  - 1.6. Recursos minerales
    - 1.6.1. Minerales metálicos.
    - 1.6.2. Minerales no metálicos.
    - 1.6.3. Cristalografía.
    - 1.6.4. Materiales granulados y pulverulentos.
    - 1.6.5. Petróleo.
    - 1.6.6. Carbón.
  - 1.7. Nuevos materiales metálicos
    - 1.7.1. Nuevas tecnologías para materiales ferrosos.
    - 1.7.2. Mezcla mecánica y pulvimetalurgia.
    - 1.7.3. Solidificación rápida y nanoestructuras.

- 1.7.4. Solidificación unidireccional.
- 1.7.5. Superaleaciones.
- 1.7.6. Procesado en estado semisólido.
  
- 1.8. Nuevos materiales plásticos
  - 1.8.1. Fibras.
  - 1.8.2. Nuevos termoplásticos.
  - 1.8.3. Mezclas.
  - 1.8.4. Nanomateriales.
  - 1.8.5. Aditivos.
  
- 1.9. Nuevos materiales cerámicos
  - 1.9.1. Sinterización de polvos cerámicos.
  - 1.9.2. Moldeo por inyección de polvos.
  - 1.9.3. Prensado isostático en caliente.
  - 1.9.4. Deposición química en fase gaseosa.
  - 1.9.5. Proceso sol-gel.
  - 1.9.6. Nanomateriales.
  
- 1.10. Nuevos materiales compuestos
  - 1.10.1. Proceso líquido.
  - 1.10.2. Proceso sólido.
  - 1.10.3. Proceso gaseoso.
  - 1.10.4. Unión por difusión.
  - 1.10.5. Infiltración.
  - 1.10.6. Oxidación directa o proceso lanxide.
  - 1.10.7. Técnicas de reacción química In-situ.
  - 1.10.8. Pirólisis de polímeros y proceso sol-gel.
  - 1.10.9. Síntesis de alta temperatura.
  - 1.10.10. Composites de matriz intermetálica.
  - 1.10.11. Termorrígidos reforzados.
  - 1.10.12. Termoplásticos reforzados.
  - 1.10.13. Composites naturales.
  - 1.10.14. Nanomateriales.
  - 1.10.15. Materiales auto-ensamblados.
  
- 1.11. Biomateriales
  - 1.11.1. Biopolímeros.
  - 1.11.2. Biometales.
  - 1.11.3. Biocerámicos.
  
- 1.12. Materiales inteligentes.
  - 1.12.1. Materiales con capacidad de memoria.
  - 1.12.2. Materiales fotosensibles.

## 2. Áreas de procesos de manufactura

### 2.1. Fundición

- 2.1.1. Tradicional
- 2.1.2. En moldes desechables
- 2.1.3. En moldes reutilizables.

### 2.2. Tratamientos térmicos

- 2.2.1. Procesos de suavizado
- 2.2.2. Procesos de endurecimiento
- 2.2.3. Tratamientos superficiales selectiv del acero
- 2.2.4. Tratamientos por alteraciones químicas.

### 2.3. Procesos de conformado

- 2.3.1. Procesos de conformado.

### 2.4. Maquinado

- 2.4.1. Procesos de maquinado
- 2.4.2. Mecanizado de precisión.

### 2.5. Unión y ensamble

- 2.5.1. Juntas mecánicas y adhesivos
- 2.5.2. Revestimientos y metalizados
- 2.5.3. Procesos de ensamble
- 2.5.4. Soldadura y corte.

### 2.6. Tratamientos de acabado

- 2.6.1. Tratamientos de acabado.

### 2.7. Aseguramiento de calidad

- 2.7.1. Metrología.
- 2.7.2. Ensayos y pruebas.
- 2.7.3. Capacidad de procesos y C de C.

### 2.8. Fabricación de plásticos

- 2.8.1. Procesamiento de cauchos y elastómeros.
- 2.8.2. Fabricación de plásticos.
- 2.8.3. Nuevas técnicas de elaboración de plásticos derivadas de nanotecnología.
- 2.8.4. Termoinyección

### 2.9. Metalurgia de polvos

- 2.9.1. Polvos de metal.
- 2.9.2. Métodos de compactación.
- 2.9.3. Sinterizado.
- 2.9.4. Operaciones de acabado.

- 2.10. Tecnologías Avanzadas de Manufactura
  - 2.10.1. CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.
  - 2.10.2. Robótica, automatización, mecatrónica.
  - 2.10.3. Sistemas de producción.
  
- 2.11. Otros temas
  - 2.11.1. Mantenimiento.
  - 2.11.2. Manejo de materiales.
  - 2.11.3. Empaque.
  - 2.11.4. Almacenamiento.
  - 2.11.5. Lubricación.
  - 2.11.6. Adhesivos.
  
- 3. Área de energía.
  - 3.1. Sistemas Energéticos
    - 3.1.1. Fundamentos de Termodinámica
    - 3.1.2. Sistemas energéticos y el ambiente
    - 3.1.3. Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos
    - 3.1.4. Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía
    - 3.1.5. Diseño y análisis de plantas de potencia
    - 3.1.6. Optimización de sistemas térmicos: Vapor, Refrigeración y aire comprimido
    - 3.1.7. Diseño y análisis de sistemas de cogeneración y trigeneración
    - 3.1.8. Análisis de celdas de combustible
    - 3.1.9. Termoeconomía
    - 3.1.10. Investigación en aplicaciones del carbón
    - 3.1.11. Nuevos desarrollos en refrigeración
    - 3.1.12. Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos
    - 3.1.13. Transferencia de calor multifase
    - 3.1.14. Transporte por microcanales de múltiples fases
    - 3.1.15. Radiación en sistemas térmicos
    - 3.1.16. Ciclos de potencia de combustión externa: Ciclo Stirling
    - 3.1.17. superconductividad
    - 3.1.18. Gasificación de Carbón
    - 3.1.19. Diseño, análisis y optimización en sistemas de bombeo
    - 3.1.20. Diseño y análisis de Válvulas y otros componentes
  
  - 3.2. Energías alternativas
    - 3.2.1. Combustión y biocombustibles.
    - 3.2.2. Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
    - 3.2.3. Tecnologías de energía con hidrógeno.
    - 3.2.4. Optimización de colectores solares.
    - 3.2.5. Energía eólica.
    - 3.2.6. Aplicaciones de Energía obtenida a partir de Biomasa.
    - 3.2.7. Fuentes de energía geotérmica.
  
  - 3.3. Modelación y simulación
    - 3.3.1. Desarrollo de métodos numéricos para la solución simulaciones numéricas

- 3.3.2. Modelación de sistemas térmicos
- 3.3.3. Modelación y simulación en combustión
- 3.3.4. Métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transferencia de calor
- 3.3.5. Modelación CFD
- 3.3.6. Técnicas computacionales para interacciones fluido estructura
- 3.3.7. Análisis numérico
- 3.3.8. Diseño, simulación y optimización de intercambiadores de calor
- 3.3.9. Aplicaciones industriales de modelos matemáticos y simulación numérica
- 3.3.10. Simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala

#### 3.4. Generación de frío

- 3.4.1. Generación de frío.

#### 3.5. Combustión

- 3.5.1. Modelación.
- 3.5.2. Tecnología de combustores.
- 3.5.3. Tipos de combustibles.
- 3.5.4. Emisiones de contaminantes.

#### 3.6. Generación de energía térmica y eléctrica

- 3.6.1. Optimización de planta.
- 3.6.2. Sistemas energéticos.

#### 3.7. Gestión energética

- 3.7.1. Planeamiento.
- 3.7.2. Nuevas tecnologías.
- 3.7.3. Modelos de prospección.
- 3.7.4. Sostenibilidad.

### 4. Áreas de diseño y control de sistemas técnicos

#### 4.1. Computación e informática en ingeniería

- 4.1.1. Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
- 4.1.2. Software para la representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.
- 4.1.3. Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.

#### 4.2. Diseño de ingeniería mecánica

- 4.2.1. Educación en diseño de sistemas mecánicos.
- 4.2.2. Teoría y metodología del diseño.
- 4.2.3. Automatización del diseño.

- 4.2.4. Diseño para la manufactura.
- 4.2.5. Diseño de uniones mecánicas: pernos, remaches, soldadura, adhesivos.
- 4.2.6. Transmisión de potencia: bandas, cadenas, engranajes.
- 4.2.7. Mecanismos y robótica.
- 4.2.8. Micro y nano sistemas.
- 4.2.9. Sistemas multicuerpos y dinámica no linear.
- 4.2.10. Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.
- 4.2.11. Diseño de vehículos.
- 4.2.12. Vibración y sonido.

#### 4.3. Aplicaciones en diseño de máquinas

- 4.3.1. Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles.
- 4.3.2. Diseño mecánico aplicado a máquinas agroindustriales.
- 4.3.3. Diseño mecánico aplicado a industria automotriz.
- 4.3.4. Diseño mecánico aplicado a máquinas herramientas.
- 4.3.5. Diseño mecánico aplicado a máquinas mineras.
- 4.3.6. Diseño mecánico aplicado a máquinas de transporte de carga y/o pasajeros.
- 4.3.7. Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles.
- 4.3.8. Diseño mecánico aplicado a manejo y manipulación de materiales.
- 4.3.9. Diseño mecánico aplicado a estructuras.
- 4.3.10. Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles.
- 4.3.11. Diseño mecánico aplicado a productos para hogar.
- 4.3.12. Diseño mecánico aplicado a equipo médico.
- 4.3.13. Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles.
- 4.3.14. Ergonomía aplicada al Diseño mecánico.

#### 4.4. Dinámica de sistemas y control ,

- 4.4.1. Modelación, diseño y control de sistemas físicos que involucren fuerza y movimiento.
- 4.4.2. Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
- 4.4.3. Dinámica y control de vehículos.
- 4.4.4. Mecatrónica y robótica.
- 4.4.5. Automatización de procesos de manufactura.
- 4.4.6. Control adaptativo y óptimo.
- 4.4.7. Control robusto y sistemas con incertidumbres.
- 4.4.8. Sistemas no lineales y control.
- 4.4.9. Control inteligente.
- 4.4.10. Control de sistemas con parámetros distribuidos.
- 4.4.11. Control por computador.
- 4.4.12. Control en tiempo real.
- 4.4.13. Instrumentación y componentes de sistemas automáticos.

#### 4.5. Diseño y análisis de sistemas de potencia fluídica

- 4.5.1. Control y monitoreo de sistemas de potencia fluida.

- 4.5.2. Diseño y análisis de bombas.
- 4.5.3. Diseño y análisis de válvulas y otros componentes.
- 4.5.4. Manejo de energía en sistemas de potencia fluidica.
- 4.5.5. Modelación, identificación e integración de sistemas de potencia fluidica.
- 4.5.6. Nuevas aplicaciones, técnicas y herramientas de análisis.

#### 4.6. Dispositivos micro – electro - mecánicos (MEMs)

- 4.6.1. Teoría y métodos computacionales.
- 4.6.2. Modelación y control.
- 4.6.3. Dispositivos: microactuadores, micro-robots, micro-rodamientos, micro-baterías.
- 4.6.4. Medición de microfenómenos y pruebas.
- 4.6.5. Fabricación, empaquetamiento y materiales.
- 4.6.6. Interfases eléctricas y mecánicas.
- 4.6.7. Microfluidos, tribología y transferencia de calor en MEMs.
- 4.6.8. Confiabilidad y estándares apropiados para MEMs.

### 5. Área administrativa

#### 5.1. Gestión de proyectos.

- 5.1.1. Evaluación de proyectos
- 5.1.2. Planeación, ejecución y control de proyectos.
- 5.1.3. Metodologías estandarizadas para gestión de proyectos.

#### 5.2. Planeación y control de la producción.

- 5.2.1. Planeación de la producción
- 5.2.2. Sistemas de producción.
- 5.2.3. Control de calidad.
- 5.2.4. Logística industrial
- 5.2.5. Diseño de plantas.
- 5.2.6. Sistemas estandarizados de gestión tipo ISO 9000, ISO 14000 e ISO 18000.

#### 5.3. Gestión tecnológica

- 5.3.1. Gerencia del conocimiento.
- 5.3.2. Prospectiva tecnológica.
- 5.3.3. Vigilancia tecnológica.
- 5.3.4. Propiedad intelectual.
- 5.3.5. Transferencia tecnológica.
- 5.3.6. Sistemas de I + D + i.

#### 5.4. Gerencia.

- 5.4.1. Gerencia de proyectos.
- 5.4.2. Gestión de Operaciones.
- 5.4.3. Estrategia.
- 5.4.4. Emprendimiento.

5.4.5. Gerencia del talento humano.

5.4.6. Gestión comercial.

6. Area de mantenimiento

6.1. Gestión de mantenimiento

6.2. Mantenimiento correctivo.

6.3. Mantenimiento preventivo.

6.4. Mantenimiento predictivo.

6.5. Mantenimiento productivo.

6.6. Mantenimiento operacional.

6.7. Gestión de activos.

6.8. Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).

6.9. Confiabilidad.

6.10. Tribología, Desgaste y lubricación.

6.11. Análisis de falla



## C. ENCUESTA PRIMERA RONDA

Estudio Prospectivo de la Ingeniería Mecánica en la  
Universidad Pontificia Bolivariana a 2020



Observaciones Generales

El contexto de la encuesta es la ingeniería mecánica de forma global vista al año 2020, no pensada como un conjunto de temas que conforman un pregrado o postgrado, sino como una profesión en continuo desarrollo mirada en un horizonte de tiempo al año 2020.

Entre las filas 17 y 39 se solicitan algunos datos generales para llenar en la respectiva casilla.

De la fila 41 en adelante, encontrará los temas que son objeto estudio en las diferentes áreas de la ingeniería mecánica. Usted, en la columna **R** deberá asignar una calificación entre 1 y 6 de acuerdo al los siguientes criterios: 1: el tema no tiene ninguna prioridad para la ingeniería mecánica en el año 2020, 2 el tema tiene poca prioridad, 3 media prioridad, 4 alta prioridad, 5 muy alta prioridad y 6 no responde.

A. Fecha recepción encuesta

El **objetivo** de este sondeo es identificar las prioridades temáticas de mayor **importancia** y **aplicabilidad** para la Ingeniería Mecánica en el año 2020

B. Fecha diligenciamiento

I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Nombre del encuestado	<input type="text"/>	1.2 Formación	<input type="text"/>
1.3 Ciudad de residencia	<input type="text"/>	1.4 Ciudad donde labora	<input type="text"/>
1.5 Empresa donde labora	<input type="text"/>	1.6 Tel. Empresa	<input type="text"/>
1.7 Cargo actual	<input type="text"/>	1.8 E-mail	<input type="text"/>
1.9 Experiencia	<input type="text"/>	1.10 Perfil	<input type="text"/>

Áreas	Seleccione las áreas en las que se desempeña	Seleccione las áreas de su mayor interés
Materiales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Procesos de manufactura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diseño y control de sistemas técnicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Administrativo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. MATERIALES

1.1. Materiales tradicionales metálicos

Aceros.	<input type="checkbox"/>	No responde
Fundiciones.	<input type="checkbox"/>	No responde
Aleaciones de bajo punto de fusión.	<input type="checkbox"/>	No responde
Aleaciones no ferrosas de alto punto de fusión.	<input type="checkbox"/>	No responde

1.2. Materiales tradicionales plásticos

Termorrígidos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Termoplásticos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Elastómeros.	<input type="checkbox"/>	No responde

1.3. Materiales tradicionales cerámicos

Oxidicas simples.	<input type="checkbox"/>	No responde
Mezclas de óxidos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Carburos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nitruros.	<input type="checkbox"/>	No responde
Intermetálicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Vidrios o cerámicas no cristalinas.	<input type="checkbox"/>	No responde

1.4. Maderas

Maderas duras.	<input type="checkbox"/>	No responde
Maderas blandas.	<input type="checkbox"/>	No responde
Maderas sintéticas.	<input type="checkbox"/>	No responde

1.5. Materiales y medio ambiente

Corrosión y degradación.	<input type="checkbox"/>	No responde
Producción limpia.	<input type="checkbox"/>	No responde
Aprovechamiento de residuos.	<input type="checkbox"/>	No responde

1.6. Nuevos materiales metálicos

Nuevas tecnologías para materiales ferrosos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Mezcla mecánica y pulvimetalurgia.	<input type="checkbox"/>	No responde
Solidificación rápida y nanoestructuras.	<input type="checkbox"/>	No responde
Solidificación unidireccional.	<input type="checkbox"/>	No responde
Superalaciones.	<input type="checkbox"/>	No responde
Procesado en estado semisólido.	<input type="checkbox"/>	No responde

1.7. Nuevos materiales plásticos

Fibras.	<input type="checkbox"/>	No responde
---------	--------------------------	-------------

Nuevos termoplásticos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Mezclas.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nanomateriales.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>1.8. Nuevos materiales cerámicos</b>		
Sinterización de polvos cerámicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Moldeo por inyección de polvos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Prensado isostático en caliente.	<input type="checkbox"/>	No responde
Deposición química en fase gaseosa.	<input type="checkbox"/>	No responde
Proceso sol-gel.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nanomateriales.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>1.9. Nuevos materiales compuestos</b>		
Proceso líquido.	<input type="checkbox"/>	No responde
Proceso sólido.	<input type="checkbox"/>	No responde
Proceso gaseoso.	<input type="checkbox"/>	No responde
Unión por difusión.	<input type="checkbox"/>	No responde
Infiltración.	<input type="checkbox"/>	No responde
Oxidación directa o proceso lanxide.	<input type="checkbox"/>	No responde
Técnicas de reacción química In-situ.	<input type="checkbox"/>	No responde
Pirólisis de polímeros y proceso sol-gel.	<input type="checkbox"/>	No responde
Síntesis de alta temperatura.	<input type="checkbox"/>	No responde
Composites de matriz intermetálica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Termorrígidos reforzados.	<input type="checkbox"/>	No responde
Termoplásticos reforzados.	<input type="checkbox"/>	No responde
Composites naturales.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nanomateriales.	<input type="checkbox"/>	No responde
Materiales auto-ensamblados.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>1.10. Biomateriales</b>		
Biopolímeros.	<input type="checkbox"/>	No responde
Biometales.	<input type="checkbox"/>	No responde
Biocerámicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>1.11. Materiales inteligentes</b>		
Materiales con capacidad de memoria.	<input type="checkbox"/>	No responde
Materiales fotosensibles.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2. PROCESOS DE MANUFACTURA</b>		
<b>2.1. Fundición</b>		
Fundición tradicional.	<input type="checkbox"/>	No responde
En moldes desechables.	<input type="checkbox"/>	No responde
En moldes reutilizables.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nuevas formas de fundición.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.2. Tratamientos térmicos</b>		
Procesos de suavizado.	<input type="checkbox"/>	No responde
Procesos de endurecimiento.	<input type="checkbox"/>	No responde
Tratamientos superficiales selectivo del acero.	<input type="checkbox"/>	No responde
Tratamientos por alteraciones químicas.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.3. Unión y ensamble</b>		
Juntas mecánicas y adhesivos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Revestimientos y metalizados	<input type="checkbox"/>	No responde
Procesos de ensamble.	<input type="checkbox"/>	No responde
Soldadura y corte.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.4. Aseguramiento de calidad</b>		
Metrología.	<input type="checkbox"/>	No responde
Control estadístico de procesos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Capacidad de procesos y Control de Calidad.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.5. Fabricación de plásticos</b>		

Procesamiento de cauchos y elastómeros.	<input type="checkbox"/>	No responde
Fabricación de plásticos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nuevas técnicas de elaboración de plásticos derivadas de nanotecnología.	<input type="checkbox"/>	No responde
Termoinyección	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.6. Metalurgia de polvos</b>		
Polvos de metal.	<input type="checkbox"/>	No responde
Métodos de compactación.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sinterizado.	<input type="checkbox"/>	No responde
Operaciones de acabado.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.7 Tecnologías avanzadas de manufactura</b>		
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.	<input type="checkbox"/>	No responde
Robótica, automatización, mecatrónica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sistemas de producción.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>2.8. Otros temas de materiales</b>		
Manejo de materiales.	<input type="checkbox"/>	No responde
Empaque.	<input type="checkbox"/>	No responde
Almacenamiento.	<input type="checkbox"/>	No responde
Tratamientos de acabado.	<input type="checkbox"/>	No responde
Procesos de conformado.	<input type="checkbox"/>	No responde
Procesos de maquinado.	<input type="checkbox"/>	No responde
Mecanizado de precisión.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>3. Área de energía.</b>		
<b>3.1. Sistemas Energéticos</b>		
Sistemas energéticos y el ambiente.	<input type="checkbox"/>	No responde
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de plantas de potencia.	<input type="checkbox"/>	No responde
Optimización de sistemas térmicos: Vapor, Refrigeración y aire comprimido.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de sistemas de cogeneración y trigeneración.	<input type="checkbox"/>	No responde
Análisis de celdas de combustible.	<input type="checkbox"/>	No responde
Termoeconomía.	<input type="checkbox"/>	No responde
Investigación en aplicaciones del carbón.	<input type="checkbox"/>	No responde
Nuevos desarrollos en refrigeración.	<input type="checkbox"/>	No responde
Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Transferencia de calor multifase.	<input type="checkbox"/>	No responde
Transporte por microcanales de múltiples fases.	<input type="checkbox"/>	No responde
Radiación en sistemas térmicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Ciclos de potencia de combustión externa: Ciclo Stirling.	<input type="checkbox"/>	No responde
Superconductividad.	<input type="checkbox"/>	No responde
Gasificación de Carbón.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño, análisis y optimización en sistemas de bombeo.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de Válvulas y otros componentes.	<input type="checkbox"/>	No responde
Recuperación de calor en las diferentes industrias.	<input type="checkbox"/>	No responde
Intercambiadores de calor.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>3.2. Energías Alternativas</b>		
Combustión y biocombustibles.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.	<input type="checkbox"/>	No responde
Tecnologías de energía con hidrógeno.	<input type="checkbox"/>	No responde
Optimización de colectores solares.	<input type="checkbox"/>	No responde
Energía eólica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.	<input type="checkbox"/>	No responde
Fuentes de energía geotérmica.	<input type="checkbox"/>	No responde

3.3. Modelación y simulación		
Desarrollo de métodos numéricos para la solución simulaciones numéricas.	<input type="checkbox"/>	No responde
Modelación de sistemas térmicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Modelación y simulación en combustión.	<input type="checkbox"/>	No responde
Métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transferencia de calor.	<input type="checkbox"/>	No responde
Modelación CFD.	<input type="checkbox"/>	No responde
Técnicas computacionales para interacciones fluido estructura.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño, simulación y optimización de intercambiadores de calor.	<input type="checkbox"/>	No responde
Aplicaciones industriales de modelos matemáticos y simulación numérica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala.	<input type="checkbox"/>	No responde
3.4. Combustión		
Tecnologías de combustión.	<input type="checkbox"/>	No responde
Modelación del proceso de combustión.	<input type="checkbox"/>	No responde
Tecnología de combustores.	<input type="checkbox"/>	No responde
Tipos de combustibles.	<input type="checkbox"/>	No responde
Emissiones de contaminantes.	<input type="checkbox"/>	No responde
3.5. Generación de energía térmica y eléctrica		
Optimización de planta.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sistemas energéticos.	<input type="checkbox"/>	No responde
3.6. Gestión energética		
Planeación energética.	<input type="checkbox"/>	No responde
Modelos de gestión y prospección energética.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sostenibilidad energética.	<input type="checkbox"/>	No responde
4. Áreas de diseño y control de sistemas técnicos		
4.1. Computación e informática en ingeniería		
Computación e informática en ingeniería.	<input type="checkbox"/>	No responde
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.	<input type="checkbox"/>	No responde
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.	<input type="checkbox"/>	No responde
4.2. Diseño de ingeniería mecánica		
Educación en diseño de sistemas mecánicos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Teorías y metodologías del diseño.	<input type="checkbox"/>	No responde
Automatización del diseño.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño para la manufactura.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de sistemas de uniones mecánicas con pernos, remaches, soldadura, adhesivos y otros.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño y análisis de sistemas de transmisión de potencia con bandas, cadenas, engranajes y otros.	<input type="checkbox"/>	No responde
Mecanismos y robótica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Micro y nano sistemas.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sistemas multicuerpos y dinámica no lineal.	<input type="checkbox"/>	No responde
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño de vehículos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Vibración y sonido.	<input type="checkbox"/>	No responde

4.3. Aplicaciones en diseño de máquinas		
Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles.		No responde
Diseño mecánico aplicado a máquinas agroindustriales.		No responde
Diseño mecánico aplicado a industria automotriz.		No responde
Diseño mecánico aplicado a máquinas herramientas.		No responde
Diseño mecánico aplicado a máquinas mineras.		No responde
Diseño mecánico aplicado a máquinas de transporte de carga y/o pasajeros.		No responde
Diseño mecánico aplicado a manejo y manipulación de materiales.		No responde
Diseño mecánico aplicado a estructuras.		No responde
Diseño mecánico aplicado a productos para hogar.		No responde
Diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.		No responde
Diseño mecánico aplicado a equipos para la docencia y la investigación.		No responde
Ergonomía aplicada al diseño mecánico.		No responde
4.4. Dinámica de sistemas y control		
Modelación, diseño y control de sistemas físicos que involucren fuerza y movimiento.		No responde
Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.		No responde
Dinámica y control de vehículos.		No responde
Mecatrónica y robótica.		No responde
Automatización de procesos de manufactura.		No responde
Control adaptativo y óptimo.		No responde
Control robusto y sistemas con incertidumbres.		No responde
Sistemas no lineales y control.		No responde
Control inteligente.		No responde
Control de sistemas con parámetros distribuidos.		No responde
Control por computador.		No responde
Control en tiempo real.		No responde
Instrumentación y componentes de sistemas automáticos.		No responde
4.5. Diseño y análisis de sistemas de potencia fluidita (neumática e hidráulica)		
Control y monitoreo de sistemas de potencia fluidica.		No responde
Diseño y análisis de sistemas de potencia fluidica.		No responde
Diseño y análisis de componentes para sistemas de potencia fluidica.		No responde
Manejo de energía en sistemas de potencia fluidica.		No responde
Modelación, identificación e integración de sistemas de potencia fluidica.		No responde
4.5. Dispositivos micro – electro - mecánicos (MEMs)		
Teoría y métodos computacionales.		No responde
Modelación y control.		No responde
Dispositivos: microsensores, microactuadores y micromecanismos.		No responde
Medición de microfenómenos y pruebas.		No responde
Fabricación, empaquetamiento y materiales.		No responde
Interfases eléctricas y mecánicas.		No responde
Microfluidos, tribología y transferencia de calor en MEMs.		No responde
5. Área mantenimiento		
5.1. Mantenimiento		
Gestión de mantenimiento.		No responde
Mantenimiento correctivo.		No responde
Mantenimiento preventivo.		No responde
Mantenimiento predictivo.		No responde
Mantenimiento productivo.		No responde
Mantenimiento operacional.		No responde
Gestión de activos.		No responde
Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).		No responde
Confiabilidad.		No responde

Tribología, desgaste y lubricación.	<input type="checkbox"/>	No responde
Análisis de falla.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>6. Área administrativa</b>		
<b>6.1. Gestión de proyectos.</b>		
Gerencia y gestión de proyectos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Evaluación de proyectos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Planeación, ejecución y control de proyectos.	<input type="checkbox"/>	No responde
Metodologías estandarizadas para gestión de proyectos.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>6.2. Planeación y control de la producción</b>		
Planeación de la producción.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sistemas de producción.	<input type="checkbox"/>	No responde
Control de calidad.	<input type="checkbox"/>	No responde
Logística industrial.	<input type="checkbox"/>	No responde
Diseño de plantas.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>6.3. Gestión tecnológica</b>		
Gerencia del conocimiento.	<input type="checkbox"/>	No responde
Prospectiva tecnológica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Vigilancia tecnológica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Propiedad intelectual.	<input type="checkbox"/>	No responde
Transferencia tecnológica.	<input type="checkbox"/>	No responde
Sistemas de I + D + i.	<input type="checkbox"/>	No responde
<b>6.4. Gerencia</b>		
Gestión de Operaciones.	<input type="checkbox"/>	No responde
Estrategia.	<input type="checkbox"/>	No responde
Emprendimiento.	<input type="checkbox"/>	No responde
Gerencia del talento humano.	<input type="checkbox"/>	No responde
Gestión comercial.	<input type="checkbox"/>	No responde



**D. INFORME EJECUTIVO PRIMERA RONDA**

## TEMAS PRIORITARIOS SEGÚN PRIMERA RONDA DEL DELPHI

Por:

**Diego Andrés Flórez Londoño**  
Coordinador de Autoevaluación  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Universidad Pontificia Bolivariana

**Jhon Wilder Zartha Sossa**  
Director del Grupo de Investigación  
Política y Gestión Tecnológica  
Universidad Pontificia Bolivariana

Después de procesar las encuestas diligenciadas por los expertos y relacionadas con los temas prioritarios en ingeniería mecánica, se obtuvieron los siguientes resultados:

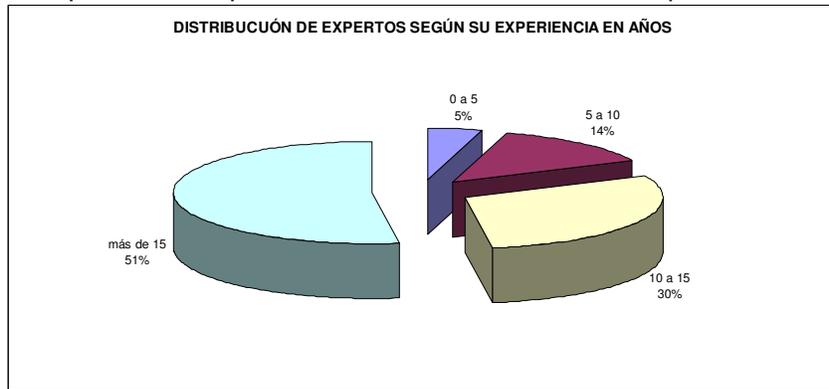
### Tamaño y descripción de la muestra:

Perfil de los expertos convocados	Los expertos deben cumplir una de las dos siguientes condiciones: 1. Profesionales con formación avanzada (especialista, magister, doctor o posdoctor). 2. Más de 10 años de experiencia en temas afines complementarios a la ingeniería mecánica.
Expertos convocados	120
Encuestas diligenciadas	44

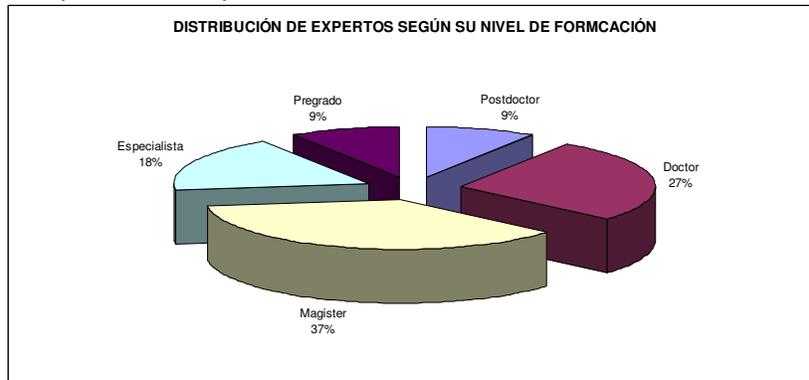
Distribución de los expertos de la primera ronda de acuerdo con su perfil:



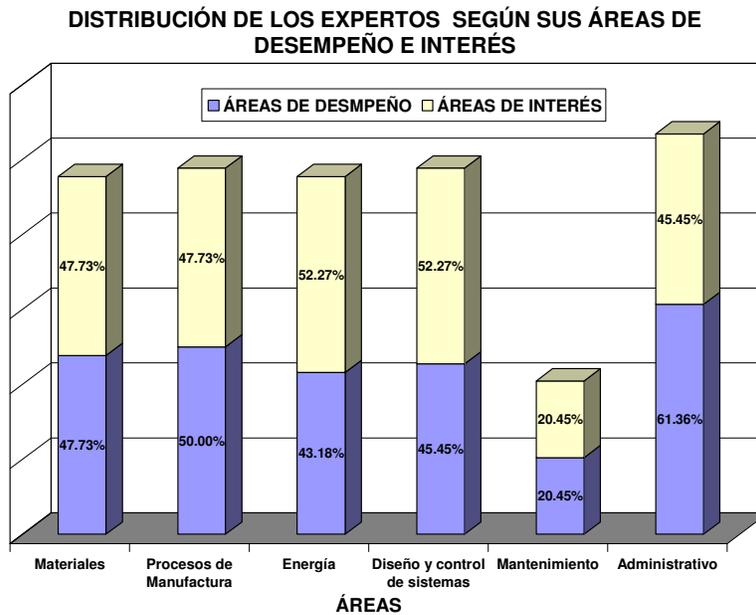
Distribución de expertos de la primera ronda de acuerdo a su experiencia:



Distribución de expertos de la primera ronda de acuerdo a su nivel de formación:



Distribución de los expertos de la primera ronda según sus áreas de desempeño y según sus intereses:



## TEMAS PRIORITARIOS POR CONSENSO:

En total se sometieron a revisión 219 temas distribuidos en áreas de materiales, procesos de manufactura, energía, diseño y control de sistemas, mantenimiento y administración. De estos temas se encontraron 32 prioritarios (aproximadamente el 15%), los cuales están distribuidos por áreas en las tablas 1 a 5.

Los criterios para definir si un tema es prioritario fueron:

- La *moda*<sup>1</sup> debe ser 5, es decir la mayoría de expertos consideró que el tema es de alta prioridad.
- El porcentaje de consenso, es decir la *frecuencia moda*<sup>2</sup>, superior al 35%, (al menos 16 expertos calificaron el tema en 5).

Adicionalmente, se hizo una revisión del promedio de la calificación.

Los temas de consenso por áreas son los siguientes:

ÁREA MATERIALES		
Tema	Consenso	Promedio
Producción limpia.	70.45%	4.756
Aprovechamiento de residuos.	68.18%	4.725
Nanomateriales. Nuevos materiales plásticos.	50.00%	4.543
Nanomateriales. Nuevos materiales cerámicos.	45.45%	4.500
Nanomateriales. Nuevos materiales compuestos.	40.91%	4.424
Materiales con capacidad de memoria.	38.64%	4.216

Tabla 1. Temas prioritarios en el área de materiales.

ÁREA PROCESOS DE MANUFACTURA		
Tema	Consenso	Promedio
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.	54.55%	4.550
Robótica, automatización, mecatrónica.	61.36%	4.675
Sistemas de producción.	40.91%	4.325

Tabla 2. Temas prioritarios en el área de procesos de manufactura.

<sup>1</sup> La moda es el valor con mayor frecuencia en un conjunto de datos, para el caso la calificación más repetida que los expertos le asignaron a un tema.

<sup>2</sup> La frecuencia modal es el número de veces que se repite el dato de la moda, para este análisis se puso directamente en términos de porcentaje, así que el consenso representa el porcentaje de expertos que seleccionaron la moda.

<b>ÁREA ENERGÍA</b>		
<b>Tema</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio</b>
Sistemas energéticos y el ambiente .	56.82%	4.564
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.	43.18%	4.333
Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.	40.91%	4.314
Recuperación de calor en las diferentes industrias.	38.64%	4.306
Combustión y biocombustibles.	59.09%	4.575
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.	70.45%	4.725
Tecnologías de energía con hidrógeno.	54.55%	4.459
Optimización de colectores solares.	45.45%	4.375
Energía eólica.	38.64%	4.225
Emisiones de contaminantes.	59.09%	4.694
Optimización de planta.	45.45%	4.514
Planeación energética.	36.36%	4.371
Sostenibilidad energética.	52.27%	4.553

Tabla 3. Temas prioritarios en el área de energía.

<b>ÁREA DISEÑO Y CONTROL DE SISTEMAS</b>		
<b>Tema</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio</b>
Computación e informática en ingeniería.	52.27%	4.317
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.	54.55%	4.500
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.	56.82%	4.500
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.	45.45%	4.368
Mecanismos y robótica.	50.00%	4.45
Micro y nano sistemas.	43.18%	4.31
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.	43.18%	4.40
Mecatrónica y robótica.	43.18%	4.350
Automatización de procesos de manufactura.	40.91%	4.342

Tabla 4. Temas prioritarios en el área de diseño y control de sistemas

<b>ÁREA MANTENIMIENTO</b>		
<b>Tema</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio</b>
Análisis de falla.	38.64%	4.189

Tabla 5. Temas prioritarios en el área de mantenimiento

### **TEMAS NO PRIORITARIOS POR CONSENSO**

Se consideraron temas de baja prioridad los tres temas de menor promedio de cada área, en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se resumen dichos resultados.

Nota: Los promedios no son afectados por las respuestas en blanco o por las respuestas “no responde” calificada con 6 en la consulta.

<b>ÁREA MATERIALES</b>			
<b>Tema</b>	<b>Moda</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio (excluyendo “no responde”)</b>
Maderas duras.	<b>6 (no responde)</b>	<b>43.18%</b>	<b>3.160</b>
Maderas blandas.	<b>6 (no responde)</b>	<b>36.36%</b>	<b>2.760</b>
Oxidación directa o proceso lanxide.	<b>6 (no responde)</b>	<b>65.9%</b>	<b>3.250</b>

Tabla 6. Temas no prioritarios del área Materiales.

<b>ÁREA PROCESOS DE MANUFACTURA</b>			
<b>Tema</b>	<b>Moda</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio (excluyendo “no responde”)</b>
Fundición tradicional.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>45.45%</b>	<b>2.824</b>
Fundición en moldes reutilizables.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>40.91%</b>	<b>3.229</b>
Tratamientos térmicos de suavizado.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>40.91%</b>	<b>3.188</b>

Tabla 7. Temas no prioritarios del área Procesos de Manufactura.

<b>ÁREA ENERGÍA</b>			
<b>Tema</b>	<b>Moda</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio (excluyendo “no responde”)</b>
Transporte por microcanales de múltiples fases.	<b>6 (no responde)</b>	<b>40.91%</b>	<b>3.731</b>
Ciclos de potencia de combustión externa: Ciclo Stirling.	<b>6 (no responde)</b>	<b>40.91%</b>	<b>3.500</b>
Diseño y análisis de Válvulas y otros componentes.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>38.64%</b>	<b>3.500</b>

Tabla 8. Temas no prioritarios del área Energía

<b>ÁREA DISEÑO Y CONTROL DE SISTEMAS TÉCNICOS</b>			
<b>Tema</b>	<b>Moda</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio (excluyendo "no responde")</b>
Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>36.36%</b>	<b>2.971</b>
Diseño mecánico aplicado a máquinas herramientas	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>36.36%</b>	<b>3.250</b>
Diseño mecánico aplicado a productos para hogar.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>38.64%</b>	<b>2.944</b>

Tabla 9. Temas no prioritarios del área Diseño y Control de Sistemas Técnicos.

<b>ÁREA MANTENIMIENTO</b>			
<b>Tema</b>	<b>Moda</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio (excluyendo "no responde")</b>
Mantenimiento correctivo.	<b>2 (baja prioridad)</b>	<b>27.27%</b>	<b>2.912</b>
Mantenimiento preventivo.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>29.55%</b>	<b>3.271</b>
Mantenimiento operacional.	<b>4 (alta prioridad)</b>	<b>31.82%</b>	<b>3.576</b>

Tabla 10. Temas no prioritarios del área Mantenimiento.

<b>ÁREA ADMINISTRACIÓN</b>			
<b>Tema</b>	<b>Moda</b>	<b>Consenso</b>	<b>Promedio (excluyendo "no responde")</b>
Planeación de la producción.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>36.36%</b>	<b>3.743</b>
Sistemas de producción	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>46.18%</b>	<b>3.571</b>
Propiedad intelectual.	<b>3 (media prioridad)</b>	<b>29.55%</b>	<b>3.743</b>

Tabla 11. Temas no prioritarios del área Administración.



## **E. ENCUESTA SEGUNDA RONDA**

# Estudio Prospectivo de la Ingeniería Mecánica en la Universidad Pontificia Bolivariana a 2020



## Observaciones Generales

El contexto de la encuesta es la ingeniería mecánica de forma global vista al año 2020, no pensada como un conjunto de temas que conforman un pregrado o postgrado, sino como una profesión en continuo desarrollo mirada en un horizonte de tiempo al año 2020.

Entre las filas 17 y 39 se solicitan algunos datos generales para llenar en la respectiva casilla.

De la fila 41 en adelante, encontrará los temas que son objeto estudio en las diferentes áreas de la ingeniería mecánica. Usted, en la columna **R** deberá asignar una calificación entre 1 y 6 de acuerdo al los siguientes criterios: **1**: el tema no tiene ninguna prioridad para la ingeniería mecánica en el año 2020, **2** el tema tiene poca prioridad, **3** media prioridad, **4** alta prioridad, **5** muy alta prioridad y **6** no responde.

**A. Fecha recepción encuesta**

El **objetivo** de este sondeo es identificar las prioridades temáticas de mayor **importancia y aplicabilidad** para la Ingeniería Mecánica en el año 2020

**B. Fecha diligenciamiento**

## I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Nombre del encuestado	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	1.2 Formación	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
1.3 Ciudad de residencia	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	1.4 Ciudad donde labora	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
1.5 Empresa donde labora	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	1.6 Tel. Empresa	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
1.7 Cargo actual	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	1.8 E - mail	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
1.9 Experiencia	<input style="width: 20%; height: 100%;" type="text"/> 1.10 Perfil <input style="width: 20%; height: 100%;" type="text"/>		

Áreas	Seleccione las áreas en las que se desempeña	Seleccione las áreas de su mayor interés
Materiales	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
Procesos de manufactura	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
Energía	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
Diseño y control de sistemas técnicos	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
Mantenimiento	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>
Administrativo	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 95%; height: 100%;" type="text"/>

# 1. MATERIALES

## TEMAS DE ALTA PRIORIDAD

<b>1.5. Materiales y medio ambiente</b>
Producción limpia.
Aprovechamiento de residuos.
<b>1.7. Nuevos materiales plásticos</b>
Nanomateriales.
<b>1.8. Nuevos materiales cerámicos</b>
Nanomateriales.
<b>1.9. Nuevos materiales compuestos</b>
Nanomateriales.
<b>1.11. Materiales inteligentes</b>
Materiales con capacidad de memoria.

## TEMAS EN DISCUSIÓN

<b>1.1. Materiales tradicionales metálicos</b>
Aceros.
Fundiciones.
Aleaciones de bajo punto de fusión.
Aleaciones no ferrosas de alto punto de fusión.
<b>1.2. Materiales tradicionales plásticos</b>
Termorrígidos.
Termoplásticos.
Elastómeros.
<b>1.3. Materiales tradicionales cerámicos</b>
Oxidicas simples.
Mezclas de óxidos.
Carburos.
Nitruros.
Intermetálicos.
Vidrios o cerámicas no cristalinas.
<b>1.4. Maderas</b>
Maderas sintéticas.
<b>1.5. Materiales y medio ambiente</b>
Corrosión y degradación.
<b>1.6. Nuevos materiales metálicos</b>
Nuevas tecnologías para materiales ferrosos.
Mezcla mecánica y pulvimetalurgia.
Solidificación rápida y nanoestructuras.
Solidificación unidireccional.
Superalcaciones.
Procesado en estado semisólido.
<b>1.7. Nuevos materiales plásticos</b>
Fibras.
Nuevos termoplásticos.
Mezclas.
<b>1.8. Nuevos materiales cerámicos</b>
Sinterización de polvos cerámicos.
Moldeo por inyección de polvos.
Prensado isostático en caliente.
Deposición química en fase gaseosa.
Proceso sol-gel.
<b>1.9. Nuevos materiales compuestos</b>
Proceso líquido.
Proceso sólido.
Proceso gaseoso.
Unión por difusión.
Infiltración.
Oxidación directa o proceso lanxide.
Técnicas de reacción química In-situ.
Pirólisis de polímeros y proceso sol-gel.
Síntesis de alta temperatura.
Composites de matriz intermetálica.
Termorrígidos reforzados.
Termoplásticos reforzados.
Composites naturales.
Materiales auto-ensamblados.
<b>1.10. Biomateriales</b>
Biopolímeros.
Biometales.
Biocerámicos.
<b>1.11. Materiales inteligentes</b>
Materiales fotosensibles.
<b>1.12. Otros temas de materiales</b>
Manejo de materiales.
Empaque.
Almacenamiento.
Tratamientos de acabado.
Procesos de conformado.
Procesos de maquinado.
Mecanizado de precisión.

## TEMAS DE BAJA PRIORIDAD

<b>1.4. Maderas</b>
Maderas duras.
Maderas blandas.
<b>1.9. Nuevos materiales compuestos</b>
Oxidación directa o proceso lanxide.

## PREGUNTAS

<p>1. ¿Qué temas de la columna de alta prioridad considera que deben volver a ser temas de discusión? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)</p> <p><b>Respuestas:</b></p> <p>Despliegue para seleccionar tema: Justificación:</p> <p>Despliegue para seleccionar tema: Justificación:</p>
<p>2. ¿Qué temas de la columna discusión considera que deben pasar a la columna de alta prioridad? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)</p> <p><b>Respuestas:</b></p> <p>Despliegue para seleccionar tema: Justificación:</p> <p>Despliegue para seleccionar tema: Justificación:</p>
<p>3. ¿Qué temas de la columna de baja prioridad considera que deben pasar a la columna de temas en discusión? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)</p> <p><b>Respuestas:</b></p> <p>Despliegue para seleccionar tema: Justificación:</p> <p>Despliegue para seleccionar tema: Justificación:</p>

## 2. PROCESOS DE MANUFACTURA

### TEMAS DE ALTA PRIORIDAD

### TEMAS EN DISCUSIÓN

### TEMAS DE BAJA PRIORIDAD

### PREGUNTAS

<b>2.7 Tecnologías avanzadas de manufactura</b>
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.
Robótica, automatización, mecatrónica.
Sistemas de producción.

<b>2.1. Fundición</b>
En moldes desechables.
Nuevas formas de fundición.

<b>2.2. Tratamientos térmicos</b>
Procesos de endurecimiento.
Tratamientos superficiales selectivo del acero.
Tratamientos por alteraciones químicas.

<b>2.3. Unión y ensamble</b>
Juntas mecánicas y adhesivos.
Revestimientos y metalizados
Procesos de ensamble.
Soldadura y corte.

<b>2.4. Aseguramiento de calidad</b>
Metrología.
Control estadístico de procesos.
Capacidad de procesos y Control de Calidad.

<b>2.5. Fabricación de plásticos</b>
Procesamiento de cauchos y elastómeros.
Fabricación de plásticos.
Nuevas técnicas de elaboración de plásticos derivadas de nanotecnología.
Termoinyección

<b>2.6. Metalurgia de polvos</b>
Polvos de metal.
Métodos de compactación.
Sinterizado.
Operaciones de acabado.

<b>2.1. Fundición</b>
Fundición tradicional.
En moldes reutilizables.

<b>2.2. Tratamientos térmicos</b>
Procesos de suavizado.

1. ¿Qué temas de la columna de alta prioridad considera que deben volver a ser temas de discusión? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**  
Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

2. ¿Qué temas de la columna discusión considera que deben pasar a la columna de alta prioridad? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**  
Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

3. ¿Qué temas de la columna de baja prioridad considera que deben pasar a la columna de temas en discusión? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**  
Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

### 3. ÁREA DE ENERGÍA

#### TEMAS DE ALTA PRIORIDAD

#### TEMAS EN DISCUSIÓN

#### TEMAS DE BAJA PRIORIDAD

#### INTERCAMBIOS DE TEMAS

3.1. Sistemas Energéticos
Sistemas energéticos y el ambiente.
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.
Diseño y análisis de sist. complejos de conversión de energía.
Recuperación de calor en las diferentes industrias.

3.2. Energías Alternativas
Combustión y biocombustibles.
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
Tecnologías de energía con hidrógeno.
Optimización de colectores solares.
Energía eólica.

3.5. Generación de energía térmica y eléctrica
Optimización de planta.

3.6. Gestión energética
Planeación energética.
Sostenibilidad energética.

3.1. Sistemas Energéticos
Diseño y análisis de plantas de potencia.
Optimización de sistemas térmicos: Vapor, Refrigeración y aire comprimido.
Diseño y análisis de sistemas de cogeneración y trigeneración.
Análisis de celdas de combustible.
Termoeconomía.
Investigación en aplicaciones del carbón.
Nuevos desarrollos en refrigeración.
Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.
Transferencia de calor multifase.
Radiación en sistemas térmicos.
Superconductividad.
Gasificación de Carbón.
Diseño, análisis y optimización en sistemas de bombeo.
Intercambiadores de calor.

3.2. Energías Alternativas
Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.
Fuentes de energía geotérmica.

3.3. Modelación y simulación
Desarrollo de métodos numéricos para la solución simulaciones numéricas.
Modelación de sistemas térmicos.
Modelación y simulación en combustión.
Métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transf. de calor.
Modelación CFD.
Técnicas computacionales para interacciones fluido estructura.
Diseño, simulación y optimización de intercambiadores de calor.
Aplicaciones industriales de modelos matemáticos y simulación numérica.
Simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala.

3.4. Combustión
Tecnologías de combustión.
Modelación del proceso de combustión.
Tecnología de combustores.
Tipos de combustibles.
Emisiones de contaminantes.

3.5. Generación de energía térmica y eléctrica
Sistemas energéticos.

3.6. Gestión energética
Modelos de gestión y prospección energética.

3.1. Sistemas Energéticos
Transporte por microcanales de múltiples fases.
Ciclos de potencia de combustión externa: Ciclo Stirling.
Diseño y análisis de Válvulas y otros componentes.

Si Usted como experto considera que algún tema definido como prioritario debe ser intercambiado por uno de los temas disponibles en discusión. (máximo cuatro intercambios para esta área) siga las instrucciones a continuación:

**CAMBIO 1. El siguiente tema de alta prioridad:**

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (ingrese texto)

**CAMBIO 2. El siguiente tema de alta prioridad:**

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (ingrese texto)

**CAMBIO 3. El siguiente tema de alta prioridad:**

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (ingrese texto)

**CAMBIO 4. El siguiente tema de alta prioridad:**

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (ingrese texto)

Si Usted como experto considera que algún tema definido de baja prioridad debe ser intercambiado por uno de los temas disponibles en discusión. (máximo un tema para esta área) siga las instrucciones a continuación:

**CAMBIO 5. El siguiente tema de baja prioridad:**

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (ingrese texto)

## 4. ÁREAS DE DISEÑO Y CONTROL DE SISTEMAS TÉCNICOS

### TEMAS DE ALTA PRIORIDAD

4.1. Computación e informática en ingeniería
Computación e informática en ingeniería.
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.

4.2. Diseño de ingeniería mecánica
Mecanismos y robótica.
Micro y nano sistemas.
Confabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.

4.4. Dinámica de sistemas y control
Mecatrónica y robótica.
Automatización de procesos de manufactura.

### TEMAS EN DISCUSIÓN

4.2. Diseño de ingeniería mecánica
Educación en diseño de sistemas mecánicos.
Teorías y metodologías del diseño.
Automatización del diseño.
Diseño para la manufactura.
Diseño y análisis de sistemas de uniones mecánicas con pernos, remaches, soldadura, adhesivos y otros.
Diseño y análisis de sistemas de transmisión de potencia con bandas, cadenas, engranajes y otros.
Sistemas multicuerpos y dinámica no lineal.
Diseño de vehículos.
Vibración y sonido.

4.3. Aplicaciones en diseño de máquinas
Diseño mecánico aplicado a máquinas agroindustriales.
Diseño mecánico aplicado a industria automotriz.
Diseño mecánico aplicado a máquinas mineras.
Diseño mecánico aplicado a máquinas de transporte de carga y/o pasajeros.
Diseño mecánico aplicado a manejo y manipulación de materiales.
Diseño mecánico aplicado a estructuras.
Diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.
Diseño mecánico aplicado a equipos para la docencia y la investigación.
Ergonomía aplicada al diseño mecánico.

4.4. Dinámica de sistemas y control
Involución fuerza y movimiento.
Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
Dinámica y control de vehículos.
Control adaptativo y óptimo.
Control robusto y sistemas con incertidumbres.
Sistemas no lineales y control.
Control inteligente.
Control de sistemas con parámetros distribuidos.
Control por computador.
Control en tiempo real.
Instrumentación y componentes de sistemas automáticos.

4.5. Diseño y análisis de sistemas de potencia fluidica (neumática e hidráulica)
Control y monitoreo de sistemas de potencia fluidica.
Diseño y análisis de sistemas de potencia fluidica.
Diseño y análisis de componentes para sistemas de potencia fluidica.
Manejo de energía en sistemas de potencia fluidica.
potencia fluidica.

4.5. Dispositivos micro – electro - mecánicos (MEMs)
Teoría y métodos computacionales.
Modelación y control.
Dispositivos: microsensores, microactuadores y micromecanismos.
Medición de microfenómenos y pruebas.
Fabricación, empaquetamiento y materiales.
Interfases eléctricas y mecánicas.
Microfluidos, tribología y transferencia de calor en MEMs.

### TEMAS DE BAJA PRIORIDAD

4.3. Aplicaciones en diseño de máquinas
Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles.
Diseño mecánico aplicado a máquinas herramientas.
Diseño mecánico aplicado a productos para hogar.

### INTERCAMBIOS DE TEMAS

Si Usted como experto considera que algún tema definido como prioritario debe ser intercambiado por uno de los temas disponibles en discusión. (máximo tres intercambios para esta área) siga las instrucciones a continuación:

#### CAMBIO 1. El siguiente tema de alta prioridad:

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (Ingrese texto)

#### CAMBIO 2. El siguiente tema de alta prioridad:

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (Ingrese texto)

#### CAMBIO 3. El siguiente tema de alta prioridad:

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (Ingrese texto)

Si Usted como experto considera que algún tema definido de baja prioridad debe ser intercambiado por uno de los temas disponibles en discusión. (máximo un tema para esta área)

#### CAMBIO 4. El siguiente tema de baja prioridad:

Despliegue para seleccionar tema:  
**Lo cambio por el siguiente tema en discusión:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
**Con la siguiente justificación:**  
 (Ingrese texto)

**5. ÁREA MANTENIMIENTO**

**TEMAS DE ALTA PRIORIDAD**

5.1. Mantenimiento
Análisis de falla.

**TEMAS EN DISCUSIÓN**

5.1. Mantenimiento
Gestión de mantenimiento.
Mantenimiento predictivo.
Mantenimiento productivo.
Gestión de activos.
Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).
Confiabilidad.
Tribología, desgaste y lubricación.

**TEMAS DE BAJA PRIORIDAD**

5.1. Mantenimiento
Mantenimiento correctivo.
Mantenimiento preventivo.
Mantenimiento operacional.

**PREGUNTAS**

1. ¿Considera usted que el tema "análisis de falla" del subárea de mantenimiento no es un tema de alta prioridad y debe ser trasladado a la columna de temas en discusión?

**Respuestas:**  
 Seleccione:  
 Justificación:

2. ¿Qué temas de la columna discusión considera que deben pasar a la columna de alta prioridad? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
 Justificación:

Despliegue para seleccionar tema:  
 Justificación:

3. ¿Qué temas de la columna de baja prioridad considera que deben pasar a la columna de temas en discusión? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**  
 Despliegue para seleccionar tema:  
 Justificación:

Despliegue para seleccionar tema:  
 Justificación:

**6. ÁREA ADMINISTRATIVA**

**TEMAS DE ALTA PRIORIDAD**

**TEMAS EN DISCUSIÓN**

**TEMAS DE BAJA PRIORIDAD**

**PREGUNTAS**

6.1. Gestión de proyectos.
Gerencia y gestión de proyectos.
Evaluación de proyectos.
Planeación, ejecución y control de proyectos.
Metodologías estandarizadas para gestión de proyectos.

6.2. Planeación y control de la producción
Control de calidad.
Logística industrial.
Diseño de plantas.

6.3. Gestión tecnológica
Gerencia del conocimiento.
Prospectiva tecnológica.
Vigilancia tecnológica.
Transferencia tecnológica.
Sistemas de I + D + i.

6.4. Gerencia
Gestión de Operaciones.
Estrategia.
Emprendimiento.
Gerencia del talento humano.
Gestión comercial.

6.2. Planeación y control de la producción
Planeación de la producción.
Sistemas de producción.

6.3. Gestión tecnológica
Propiedad intelectual.

1. ¿Qué temas de la columna discusión considera que deben pasar a la columna de alta prioridad? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

---

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

3. ¿Qué temas de la columna de baja prioridad considera que deben pasar a la columna de temas en discusión? Por favor justificar la respuesta (máximo dos temas)

**Respuestas:**

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

---

Despliegue para seleccionar tema:  
Justificación:

## **F. INFORME EJECUTIVO SEGUNDA RONDA**

**ESTUDIO PROSPECTIVO DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA SEDE MEDELLÍN 2008 - 2020**

**MÉTODO DELPHI – INDAGACIÓN DE TEMAS PRIORITARIOS  
RESULTADOS SEGUNDA RONDA**

Por:

**Diego Andrés Flórez Londoño**  
Coordinador de Autoevaluación  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Universidad Pontificia Bolivariana

**Jhon Wilder Zartha Sossa**  
Director del Grupo de Investigación  
Política y Gestión Tecnológica  
Universidad Pontificia Bolivariana

**DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA RONDA**

En la primera ronda se realizó una clasificación de los temas de acuerdo al nivel de prioridad dado por el consenso de los expertos. Los temas fueron clasificados así: *temas prioritarios*, *temas en discusión* y *temas de baja prioridad*.

En la segunda ronda los expertos hicieron modificaciones, de acuerdo a sus criterios, en las que se permitió realizar el siguiente tipo de movimientos: temas prioritarios podrían ser nominados a pasar a discusión, a cambio de que un tema en discusión pudiera pasar a ser prioritario; de igual forma un tema en baja prioridad podría ser nominado a estar en discusión, a cambio de pasar un tema de discusión a baja prioridad. Estas modificaciones estaban limitadas en cantidad y requerían una justificación que soportara el cambio.

En el área de Administración y Gestión, no hubo ningún tema prioritario en la primera ronda, por lo que se decidió solicitar la nominación directa de máximo dos temas prioritarios en la segunda ronda, justificando la nominación.

Después de procesar la información de la segunda ronda se obtienen una nueva clasificación de los temas así:

- Temas definitivamente prioritarios.
- Temas definitivamente de baja prioridad.
- Temas de alta prioridad nominados a estar en discusión.
- Temas en discusión nominados a ser de alta prioridad.
- Temas de baja prioridad nominados a estar en discusión.
- Temas en discusión nominados a ser de baja prioridad.

## RESULTADOS

Después de procesar las encuestas diligenciadas por los expertos y relacionadas con los temas prioritarios en Ingeniería Mecánica, se obtuvieron los siguientes resultados:

### Temas definitivamente prioritarios:

Son temas que fueron clasificados como prioritarios en la primera ronda y ningún experto propuso cambiar esa condición en la segunda. Estos temas no requieren ningún análisis adicional, por lo que se presentan en la Tabla 1 como un resultado definitivo del presente estudio.

Tabla 1. Temas definitivamente prioritarios

<b>Area Materiales</b>
Aprovechamiento de residuos.
Nanomateriales compuestos.
<b>Area Procesos de Manufactura</b>
Robótica, automatización, mecatrónica.
<b>Area Energía y Termodinámica</b>
Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.
Recuperación de calor en las diferentes industrias.
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
Planeación energética.
Sostenibilidad energética.
<b>Area Diseño y Control de Sistemas Técnicos</b>
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.
Mecanismos y robótica.
Micro y nanosistemas.

### Temas definitivamente de baja prioridad:

Son temas que fueron clasificados de baja prioridad en la primera ronda y ningún experto propuso cambiar esa condición en la segunda. Al igual que en los temas definitivamente prioritarios, estos temas no requieren ningún análisis adicional, por lo que se presentan en la Tabla 2 como resultados definitivos de este estudio.

Tabla 2. Temas definitivamente de baja prioridad.

<b>Area Materiales</b>
Maderas duras
Maderas blandas
<b>Area Procesos de Manufactura</b>
Fundición tradicional
En moldes reutilizables
<b>Area Energía y Termodinámica</b>
Transporte por microcanales de múltiples fases
Diseño y análisis de válvulas y otros componentes
<b>Area Diseño y Control de Sistemas Técnicos</b>
Diseño mecánico aplicado a máquinas textiles
Diseño mecánico aplicado a máquinas herramientas
<b>Area Mantenimiento</b>
Mantenimiento correctivo
Mantenimiento preventivo
Mantenimiento operacional
<b>Area Administrativa</b>
Propiedad intelectual

### Temas inicialmente prioritarios nominados a pasar a discusión.

Estos temas fueron clasificados como prioritarios en la primera ronda, pero algunos expertos consideraron que su nivel de prioridad no es tan alto, por lo que sugieren pasarlos nuevamente a discusión. En la Tabla 3 están listados estos temas y una síntesis de las justificaciones dadas por los expertos para cambiar es condición. En la tercera ronda, los expertos decidirán por consenso si estos temas permanecen como prioritarios o si su condición cambia a temas en discusión.

Tabla 3. Temas inicialmente prioritarios nominados a pasar a discusión y su justificación

<b>MATERIALES</b>	
Producción limpia.	Es un tema suficientemente estudiado y trabajado, en contraste existen temas de mayor prioridad y actualidad como es el caso de los biopolímeros.
Nanomateriales plásticos.	Los nanomateriales no son prioridad en nuestro país, son un tema naciente, que requiere mucha inversión para ser desarrollado competitivamente en nuestro medio. En contraste, existen temas de muy alta prioridad, que pueden ofrecer resultados a menor plazo con una menor inversión de recursos.
Materiales con capacidad de memoria.	Existen temas de mayor prioridad como lo son: aceros, aleaciones ferrosas, maquinado de alta precisión, maderas sintéticas.
<b>PROCESOS DE MANUFACTURA</b>	
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.	Temas como la metrología o el control estadístico de procesos tiene mayor nivel de prioridad.
Sistemas de producción.	Es un tema demasiado general, sería mejor trabajar en temas relacionados específicamente con el procesamiento de plásticos.
<b>ENERGÍA Y TERMODINÁMICA</b>	
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.	El desarrollo experimental de sistemas a escala micro requiere altas inversiones. Por otro lado, existen temas de mayor prioridad como lo son la modelación de sistemas térmicos, mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos o la modelación en CFD.
Combustión y biocombustibles.	Existe una mayor prioridad por estudiar temas relacionados con los nuevos sistemas de refrigeración y con las tecnologías relacionadas con el carbón.
Tecnologías de energía con hidrógeno.	Tiene mayor prioridad en nuestro medio el desarrollo de nuevas tecnologías alrededor del carbón.
Optimización de colectores solares.	Tiene mayor prioridad la optimización del manejo de combustibles utilizando nuevas tecnologías, tales como la gasificación del carbón.
Energía eólica.	La energía eólica no representa una gran fuente de energía en Antioquia, así que es mejor trabajar en aprovechar óptimamente los recursos abundantes que explotar los escasos. A cambio de esto se proponen temas de mayor prioridad como los son: gasificación de Carbón, métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transferencia de calor, modelos de gestión y prospección energética, aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa, simulación de aplicaciones de flujo a micro y nanoescala.
Optimización de planta.	Antes de pensar en la optimización de una planta se debe estudiar la modelación y la simulación, como herramientas que permitan dicha labor. Existen también temas de mayor prioridad, especialmente los relacionados con el aprovechamiento del carbón, dado que este combustible tiene grandes posibilidades de comercialización a nivel mundial.
<b>DISEÑO Y CONTROL DE SISTEMAS TÉCNICOS</b>	
Computación e informática en ingeniería.	Existen temas de mayor prioridad como los son el control de vehículos, vehículos, bioingeniería o el diseño para la manufactura.
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.	Existen temas de mayor prioridad, tales como el diseño de maquinaria agrícola y la dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
Micro y nano sistemas.	Existen temas de mayor prioridad como el diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.	Los tópicos que se retiran se pueden tratar con métodos de computación, pero no se han incluido las vibraciones que es un tema sin el cual el Diseño queda mal estructurado.
Mecatrónica y robótica.	Tiene mayor prioridad el tema teorías y metodologías del diseño.
Automatización de procesos de manufactura.	Este tema es restrictivo, así que es más importante contemplar temas más amplios como dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
<b>MANTENIMIENTO</b>	
Análisis de falla.	Existen temas de mayor importancia como lo son: Mantenimiento predictivo, estrategias de mantenimiento (TPM - RCM), gestión de activos y confiabilidad.

**Temas en discusión que nominados a ser prioritarios.**

Estos temas en la primera ronda no alcanzaron el nivel de consenso suficiente para ser considerados de alta prioridad, no obstante, en la segunda ronda algunos expertos proponen darles esta condición. En la tabla 4 se presentan estos temas y una síntesis de las justificaciones para aumentar su prioridad. En la tercera ronda tendrá que definirse la posición de estos temas en el presente estudio.

Tabla 4. Temas en discusión que nominados a ser prioritarios y su justificación

<b>MATERIALES</b>	
Aceros.	Son materiales tradicionales y fundamentales por su extensivo uso y con recientes avances. Son los "reyes estructurales"
Termoplásticos	Los plásticos de ingeniería deben seguir siendo de prioridad, relacionándolos con su ciclo de vida.
Vidrios o cerámicas no cristalinas.	Son un paso obligado para alcanzar las últimas tecnologías.
Maderas sintéticas.	Son importantes en las Buenas Prácticas de Manufactura.
Corrosión y degradación.	Con el fin de buscar durabilidad en equipos y estructuras, mejorando la economía por reducción de costos de mantenimiento y evitar siniestros en estructuras viejas y nuevas.
Solidificación rápida y nanoestructuras.	Tiene mayor prioridad este tema en lugar de los nanomateriales plásticos
Nuevas tecnologías para materiales ferrosos.	Los metales ferrosos seguirán siendo los principales materiales que usan los ingenieros mecánicos.
Mezclas.	Será más importante la combinación de polímeros y sus respectivas mezclas que el uso de nanocerámicos en las diferentes aplicaciones dentro del contexto de la Ingeniería Mecánica.
Nuevos termoplásticos.	Porque los nanomateriales no son prioridad para nuestro país, en cambio nuevos termoplásticos pueden ser el paso intermedio para llegar a las últimas tecnologías.
Biopolímeros.	Es un tema vigente y aún en desarrollo.
Manejo de materiales.	Este es un tema que requiere mucho trabajo en la industria y da empleo a ingenieros.
Mecanizado de precisión.	Son temas de interés para los Ingenieros mecánicos en los cuales se han presentado cambios importantes en los últimos años
<b>PROCESOS DE MANUFACTURA</b>	
Control estadístico de procesos.	Siempre será de gran importancia.
Metrología	Siempre será de actualidad. Se trata de la precisión y calidad.
Fabricación de plásticos.	La producción de productos plásticos es un tema de mayor importancia y aplicación que el tema de sistemas productivos, que además resulta ser muy amplio
<b>ENERGÍA Y TERMODINÁMICA</b>	
Análisis de celdas de combustible.	Este tema tiene mayor importancia y prioridad que el tema ambiental, dado que su temática está contenida en el marco de las nuevas fuentes de energía
Nuevos desarrollos en refrigeración.	Se están desarrollando nuevos sistemas de refrigeración y refrigerantes híbridos que funcionan a más baja temperatura y son mejores ambientalmente. También se están desarrollando varias tesis doctorales en este sentido y se cuenta con convenios específicos apoyados por diferentes redes y países en los cuales está la UPB.
Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.	El estudio de las propiedades, mecánicas y procesos fluidos complejos afecta a los nuevos materiales, polímeros, sustancias de uso energético, procesamiento de biocombustibles. Si no se estudian los fluidos no podemos procesarlos ni utilizarlos ni diseñar equipos ni nada. Y los fluidos modernos con propiedades complejas y especiales que requieren un fuerte estudio numérico y matemático.
Gasificación de Carbón.	Las existencias de carbón en Colombia dan para 300 años al ritmo de extracción actual, y el costo del millón de BTU en carbón es una tercera parte del costo del gas, y una quinta parte del costo del fuel oil. Ante la crisis de combustibles es necesario desarrollar nuevas tecnologías para usar mas eficientemente el carbón
Investigación en aplicaciones del carbón.	Las existencias de carbón en Colombia dan para 300 años al ritmo de extracción actual, y el costo del millón de BTU en carbón es una tercera parte del costo del gas, y una quinta parte del costo del fuel oil. Ante la crisis de combustibles es necesario desarrollar nuevas tecnologías para usar mas eficientemente el carbón
Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.	Será de mucha aplicación para fines de la próxima década.
Simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala.	Será tema de actualidad en la próxima década y de mucha aplicación.
Modelación CFD.	La simulación computacional constituye una opción de mayor viabilidad técnico económica para el desarrollo de sistemas en diferentes escalas de tamaño.
Métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transf. de calor.	Todos los temas de simulación son prioritarios. Pretendemos hacer tecnología sin comprender la física y las matemáticas? Acaso el conocimiento empírico resolverá todos los problemas? La tendencia a nivel global es la simulación numérica de absolutamente todos los fenómenos complejos para predecir propiedades, entender comportamientos y fluidos, lograr un aprovechamiento

	energético óptimo, diseñar equipos. La ingeniería no es una técnica y las matemáticas hay que utilizarlas. NO puede haber investigación sin matemáticas ni modelos ni simulación.
Modelación de sistemas térmicos.	No veo como se puedan optimizar sin herramientas de simulación y modelamiento. Desafortunadamente no quedo en las de alta prioridad la modelación y simulación. Considero que es fundamental este campo en la formación de todo ingeniero. Sin estas herramientas, el diseño y la optimización tendrían que hacerse al tanteo y error, al olfato o según la experiencia y no creo que sea la forma moderna de practicar la ingeniería
Tecnologías de combustión.	El óptimo manejo de los combustibles para las diferentes aplicaciones y servicios demanda cada vez mejor tecnología y conocimiento para su máximo aprovechamiento. Tecnologías como la gasificación y otras que seguramente aparecerán buscan este objetivo.
Modelos de gestión y prospección energética.	Dado el incremento en la demanda de energía proyectado y las condiciones cambiantes del entorno económico, resultan más visibles los modelos de gestión y prospección energética
Análisis de celdas de combustible.	Este tema tiene mayor importancia y prioridad que el tema ambiental, dado que su temática está contenida en el marco de las nuevas fuentes de energía
<b>DISEÑO Y CONTROL DE SISTEMAS TÉCNICOS</b>	
Educación en diseño de sistemas mecánicos.	Para continuar con la educación y disciplina de los aspirantes a ejercer actividades de diseño en general. Cuestión de vocación.
Teorías y metodologías del diseño	El diseño exige seguir una metodología. Los temas así presentados quedarían orientados a diseñar en particular, sin el análisis previo de alternativas, funcionalidades, disponibilidades etc.
Sistemas multicuerpo y dinámica no lineal.	Este tema incluye muchos aspectos importantes en el área de diseño mecánico
Diseño para la manufactura.	La temática es especialmente importante en nuestro país, debido a la amplia gama de tecnologías subsistentes de manufactura.
Vibración y sonido.	las vibraciones son un tema sin el cual el diseño queda mal estructurado.
Diseño mecánico aplicado a máquinas agroindustriales.	Colombia es un país con alto potencial de desarrollo en el sector agroindustrial, el desarrollo en la ingeniería deberá ir enfocado hacia una mayor competitividad en esta industria.
Diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.	Uno de los grandes campos que se abre camino en Colombia para el mundo es la salud, allí hay una posibilidad grande para la aplicación de la Mecánica.
Modelación, diseño y control de sistemas físicos que involucren fuerza y movimiento.	Este tema incluye a otros importantes en el área de dinámica de sistemas y control.
Control inteligente.	Es pertinente para automatización de máquinas
Dispositivos: microsensores, microactuadores y micromecanismos.	Su conocimiento será de mucho recurso
<b>MANTENIMIENTO</b>	
Mantenimiento predictivo.	El mantenimiento predictivo representa la aplicación tecnológica al avance de la gestión de mantenimiento reduciendo costos, daños y estrés en la operación de mantener.
Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).	Esto causará el mejor desempeño del mantenimiento en cualquier planta, etc. Hasta ahora no se tiene la disciplina y buen conocimiento y es de mucha utilidad.
Gestión de activos.	En la actualidad la gestión de activos es el calificativo que reemplaza al mantenimiento, dada la alta confiabilidad que exigen los sistemas industriales. La gestión de activos involucra varias ramas que aparecen separadas en la encuesta: análisis de falla, confiabilidad, tácticas de mantenimiento (TPM, RCM) y gestión a todo nivel
Confiabilidad	Es fundamental para el ingeniero jefe de mantenimiento diseñar sistemas bajo estrictos parámetros de confiabilidad.
<b>ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN</b>	
Planeación, ejecución y control de proyectos.	El tema es de gran utilidad para el ingeniero, le da la estructura completa para el manejo de cualquier tipo de problema. Cada vez es más frecuente en la industria el desarrollo de proyectos de todo nivel, lo cual exige que el Ing. Mecánico desarrolle competencias en esta área. La innovación se lleva a la realidad mediante la estructuración y ejecución de proyectos por lo que este tema es clave para formar ingenieros emprendedores.
Gerencia y gestión de proyectos.	La gerencia de proyectos incluye la planeación, evaluación y control de proyectos. Es un tema administrativo en el cual los ingenieros de cualquier área trabajan diariamente ante las modificaciones que se dan en las instalaciones. Además permite un fuerte desarrollo de las habilidades de planeación, importantes a todo nivel.
Evaluación de proyectos.	Es fundamental para el ing. Mecánico conocer cómo evaluar, presentar y justificar proyectos y los temas relacionados, como investigación de mercados, viabilidad financiera, etc.
Metodologías estandarizadas para gestión de proyectos.	Se volverá un lenguaje y método común en ingeniería.
Logística industrial.	La logística se ha convertido en tema de interés en el sector industrial y el Ing. Mecánico debe estar familiarizado con los conceptos y sus aplicaciones
Gerencia del conocimiento.	Este tema es importante para el crecimiento de cualquier organización independiente de la unidad en

	que se desempeñe el ingeniero.
Sistemas I + D + i	Los nuevos profesionales deben conocer los procesos, técnicas y herramientas para la Gestión de la Innovación, pilar fundamental para que las empresas colombianas logren mejorar su competitividad con una estrategia de diferenciación.
Prospectiva tecnológica.	Es el soporte que debe tener toda empresa, para hacer eficiente el soporte de los procesos
Transferencia tecnológica.	Se ha identificado como estratégica para la consolidación de la relación universidad-empresa-estado.
Gerencia del talento humano.	Una buena administración del recurso humano puede marcar la diferencia en todos los tipos de industria
Emprenderismo	De acuerdo a la coyuntura del país es necesario tener una mayor cantidad de emprendedores, para lograr desarrollar la industria y generar mayor empleo
Estrategia.	En los próximos años Colombia se debe volcar a la globalización. Gerencia estratégica es necesaria.

## Temas de baja prioridad nominados a pasar a discusión

Estos temas fueron clasificados en la primera ronda como de baja prioridad, pero en la segunda ronda algunos expertos consideraron que debían pasar nuevamente a discusión. En la Tabla 5 se presentan estos temas y la respectiva justificación dada por los expertos.

Tabla 5. Temas de baja prioridad nominados a pasar a discusión

<b>Area Energía y Termodinámica</b>	
Ciclos de potencia de combustión externa: Ciclo Stirling.	Es un ciclo de potencia clásico que podría tener utilidad en el futuro
<b>Area Diseño y Control de Sistemas Técnicos</b>	
Diseño mecánico aplicado a productos para hogar.	Uno de los mercados más grandes en el mundo es el de los electrodomésticos y lo que tiene que ver con necesidades del ser humano, acompañado esto con la posibilidad de la maquila a nivel mundial es una buena opción para la generación de recursos y empleo.

## Temas en discusión nominados a ser de baja prioridad

Estos temas no fueron clasificados en la primera ronda como de baja prioridad, pero en la segunda ronda algunos expertos consideraron que su nivel de prioridad definitivamente es muy bajo. En la Tabla 6 se presentan acompañados de la respectiva justificación.

Tabla 6. Temas en discusión nominados a ser de baja prioridad

<b>Area Energía y Termodinámica</b>	
Transferencia de calor multifase.	Es más importante darle prioridad al tema "ciclos de potencia de combustión externa: Ciclo Stirling.
<b>Area Diseño y Control de Sistemas Técnicos</b>	
Dinámica y control de vehículos.	Es más importante darle prioridad al tema "Diseño mecánico aplicado a productos para hogar".

## Tamaño y descripción de la muestra:

Tabla 7. Descripción de la muestra

Perfil de los expertos convocados	Los expertos deben cumplir una de las dos siguientes condiciones: 1. Profesionales con formación avanzada (especialista, magíster, doctor o posdoctor). 2. Más de 10 años de experiencia en temas afines complementarios a la ingeniería mecánica.
Expertos convocados	100
Encuestas diligenciadas	38
Expertos que han contestado las dos rondas	30 (79%)
Expertos nuevos en la segunda ronda	8 (21%)



## G. ENCUESTA TERCERA RONDA

# Estudio Prospectivo de la Ingeniería Mecánica en la Universidad Pontificia Bolivariana a 2020



## Observaciones Generales e instrucciones de la tercera ronda

Esta parte del estudio prospectivo busca determinar los temas prioritarios de la Ingeniería Mecánica en el mundo, desde una mirada actual pero proyectada al año 2020. En la primera etapa se establecieron unos temas de alta y baja prioridad de acuerdo al consenso de muchos expertos; en la segunda etapa se validó el consenso para muchos temas y otros temas fueron nominados a cambiar su condición de "Alta prioridad" a "En discusión" y viceversa o de "Baja prioridad" a "En discusión" y viceversa. ahora se pretende consolidar los temas en la categoría correspondiente.

En cada una de las áreas (Materiales, Procesos de manufactura, etc) encontrará los **temas prioritarios nominados a estar en discusión** y los **temas en discusión nominados a ser prioritarios**. Usted deberá seleccionar del conjunto de temas los que considere que definitivamente son prioritarios. El número de temas que puede seleccionar es limitado y diferente en cada área. Adicionalmente encontrará una pestaña de baja prioridad en la que encontrará los **temas de baja prioridad nominados a estar en discusión** y los **temas en discusión nominados a estar en baja prioridad**, usted deberá seleccionar los dos temas que definitivamente considere de baja prioridad.

Cada área es un hoja de cálculo a la que podrá acceder haciendo "click" en las pestañas de la parte inferior de la pantalla

A. Fecha recepción encuesta

El **objetivo** de este sondeo es identificar las prioridades temáticas de mayor **importancia** y **aplicabilidad** para la Ingeniería Mecánica en el año 2020

B. Fecha diligenciamiento

## I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Nombre del encuestado

1.2 Formación

1.3. Ciudad de residencia

1.4 Ciudad donde labora

1.5 Empresa donde labora

1.6 Tel. Empresa

1.7 Cargo actual

1.8. E - mail

1.9 Experiencia

1.10 Perfil

### Área Materiales

**INSTRUCCIONES:** De los dos listados, seleccione señalando con una **X** la casilla correspondiente en los tres (3) temas que usted considera de mayor prioridad en Ingeniería Mecánica para el año 2020. Abajo encontrará las justificaciones aportadas por los participantes para nominar los temas a cambiar su categoría.

**Máximo tres (3) temas.**

Temas seleccionados 0

#### SELECCIONE MÁXIMO TRES TEMAS

TEMAS PRIORITARIOS NOMINADOS A PASAR A DISCUSIÓN	TEMAS EN DISCUSIÓN NOMINADOS A SER PRIORITARIOS
<b>1.5. Materiales y medio ambiente</b>	<b>1.1. Materiales tradicionales metálicos</b>
Producción limpia.	Aceros.
<b>1.7. Nuevos materiales plásticos</b>	<b>1.2. Materiales tradicionales plásticos</b>
Nanomateriales plásticos.	Termoplásticos
<b>1.11. Materiales inteligentes</b>	<b>1.3. Materiales tradicionales cerámicos</b>
Materiales con capacidad de memoria.	Vidrios o cerámicas no cristalinas.
	<b>1.4. Maderas</b>
	Maderas sintéticas.
	<b>1.5. Materiales y medio ambiente</b>
	Corrosión y degradación.
	<b>1.6. Nuevos materiales metálicos</b>
	Solidificación rápida y nanoestructuras.
	Nuevas tecnologías para materiales ferrosos.
	<b>1.7. Nuevos materiales plásticos</b>
	Mezclas.
	Nuevos termoplásticos.
	<b>1.10. Biomateriales</b>
	Biopolímeros.
	<b>1.12. Otros temas de materiales</b>
	Manejo de materiales.
	Mecanizado de precisión.

#### Justificaciones para no considerar los siguientes temas como prioritarios

Producción limpia.	Es un tema suficientemente estudiado y trabajado, en contraste existen temas de mayor prioridad y actualidad como es el caso de los biopolímeros.
Nanomateriales plásticos.	Los nanomateriales no son prioridad en nuestro país, son un tema naciente, que requiere mucha inversión para ser desarrollado competitivamente en nuestro medio. En contraste, existen temas de muy alta prioridad, que pueden ofrecer resultados a menor plazo con una menor inversión de recursos.
Materiales con capacidad de memoria.	Existen temas de mayor prioridad como lo son: aceros, aleaciones ferrosas, maquinado de alta precisión, maderas sintéticas.

#### Justificaciones para considerar los siguientes temas en discusión como prioritarios

Aceros.	Son materiales tradicionales y fundamentales por su extensivo uso y con recientes avances. Son los "reyes estructurales"
Termoplásticos	Los plásticos de ingeniería deben seguir siendo de prioridad, relacionándolos con su ciclo de vida.
Vidrios o cerámicas no cristalinas.	Son un paso obligado para alcanzar las últimas tecnologías.
Maderas sintéticas.	Son importantes en las Buenas Prácticas de Manufactura.
Corrosión y degradación.	Con el fin de buscar durabilidad en equipos y estructuras, mejorando la economía por reducción de costos de mantenimiento y evitar siniestros en estructuras viejas y nuevas.
Solidificación rápida y nanoestructuras.	Tiene mayor prioridad este tema en lugar de los nanomateriales plásticos
Nuevas tecnologías para materiales ferrosos.	Los metales ferrosos seguirán siendo los principales materiales que usan los ingenieros mecánicos.
Mezclas.	Será más importante la combinación de polímeros y sus respectivas mezclas que el uso de nanocerámicos en las diferentes aplicaciones dentro del contexto de la Ingeniería Mecánica.
Nuevos termoplásticos.	Porque los nanomateriales no son prioridad para nuestro país, en cambio nuevos termoplásticos pueden ser el paso intermedio para llegar a las últimas tecnologías.
Biopolímeros.	Es un tema vigente y aún en desarrollo.
Manejo de materiales.	Este es un tema que requiere mucho trabajo en la industria y da empleo a ingenieros.
Mecanizado de precisión.	Son temas de interés para los Ingenieros mecánicos en los cuales se han presentado cambios importantes en los últimos años

### Área Procesos de Manufactura

**INSTRUCCIONES:** De los dos listados, seleccione señalando con una **X** la casilla correspondiente a los dos (2) temas que usted considera de mayor prioridad en Ingeniería Mecánica para el año 2020. Abajo encontrará las justificaciones aportadas por los participantes para nominar los temas a cambiar su categoría.

Máximo dos (2) temas.

Temas seleccionados      0

#### SELECCIONE MÁXIMO DOS TEMAS

TEMAS PRIORITARIOS NOMINADOS A PASAR A DISCUSIÓN	TEMAS EN DISCUSIÓN NOMINADOS A SER PRIORITARIOS
<b>2.7 Tecnologías avanzadas de manufactura</b>	<b>2.4. Aseguramiento de calidad</b>
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.	Control estadístico de procesos.
Sistemas de producción.	Metrología
	<b>2.5. Fabricación de plásticos</b>
	Fabricación de plásticos.

#### Justificaciones para no considerar los siguientes temas como prioritarios

CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.	Temas como la metrología o el control estadístico de procesos tiene mayor nivel de prioridad.
Sistemas de producción.	Es un tema demasiado general, sería mejor trabajar en temas relacionados específicamente con el procesamiento de plásticos.

#### Justificaciones para considerar los siguientes temas en discusión como prioritarios

Control estadístico de procesos.	Siempre será de gran importancia.
Metrología	Siempre será de actualidad. Se trata de la precisión y calidad.
Fabricación de plásticos.	La producción de productos plásticos es un tema de mayor importancia y aplicación que el tema de sistemas productivos, que además resulta ser muy amplio

## Área Energía y Termodinámica

**INSTRUCCIONES:** De los dos listados, seleccione señalando con una **X** la casilla correspondiente a los seis (6) temas que usted considera de mayor prioridad en Ingeniería Mecánica para el año 2020. Abajo encontrará las justificaciones aportadas por los participantes para nominar los temas a cambiar su categoría.

Máximo seis (6) temas.

Temas seleccionados: 0

### SELECCIONE MÁXIMO SEIS TEMAS

TEMAS PRIORITARIOS NOMINADOS A PASAR A DISCUSIÓN	TEMAS EN DISCUSIÓN NOMINADOS A SER PRIORITARIOS
<b>3.1. Sistemas Energéticos</b>	<b>3.1. Sistemas Energéticos</b>
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos. <input type="checkbox"/>	Análisis de celdas de combustible. <input type="checkbox"/>
<b>3.2. Energías Alternativas</b>	<b>3.2. Energías Alternativas</b>
Combustión y biocombustibles. <input type="checkbox"/>	Nuevos desarrollos en refrigeración. <input type="checkbox"/>
Tecnologías de energía con hidrógeno. <input type="checkbox"/>	Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos. <input type="checkbox"/>
Optimización de colectores solares. <input type="checkbox"/>	Gasificación de Carbón. <input type="checkbox"/>
Energía eólica. <input type="checkbox"/>	Investigación en aplicaciones del carbón. <input type="checkbox"/>
<b>3.5. Generación de energía térmica y eléctrica</b>	<b>3.2. Energías Alternativas</b>
Optimización de planta. <input type="checkbox"/>	Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa. <input type="checkbox"/>
	<b>3.3. Modelación y simulación</b>
	Simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala. <input type="checkbox"/>
	Modelación CFD. <input type="checkbox"/>
	Métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transf. de calor. <input type="checkbox"/>
	Modelación de sistemas térmicos. <input type="checkbox"/>
	<b>3.4. Combustión</b>
	Tecnologías de combustión. <input type="checkbox"/>
	<b>3.5. Generación de energía térmica y eléctrica</b>
	Sistemas energéticos. <input type="checkbox"/>
	<b>3.6. Gestión energética</b>
	Modelos de gestión y prospección energética. <input type="checkbox"/>

### Justificaciones para no considerar los siguientes temas como prioritarios

Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.	El desarrollo experimental de sistemas a escala micro requiere altas inversiones. Por otro lado, existen temas de mayor prioridad como lo son la modelación de sistemas térmicos, mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos o la modelación en CFD.
Combustión y biocombustibles.	Existe una mayor prioridad por estudiar temas relacionados con los nuevos sistemas de refrigeración y con las tecnologías relacionadas con el carbón.
Tecnologías de energía con hidrógeno.	Tiene mayor prioridad en nuestro medio el desarrollo de nuevas tecnologías alrededor del carbón.
Optimización de colectores solares.	Tiene mayor prioridad la optimización del manejo de combustibles utilizando nuevas tecnologías, tales como la gasificación del carbón.
Energía eólica.	La energía eólica no representa una gran fuente de energía en Antioquia, así que es mejor trabajar en aprovechar óptimamente los recursos abundantes que explotar los escasos. A cambio de esto se proponen temas de mayor prioridad como los son: gasificación de Carbón, métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transf. de calor, modelos de gestión y prospección energética, aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa, simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala.

Optimización de planta.	Antes de pensar en la optimización de una planta se debe estudiar la modelación y la simulación, como herramientas que permitan dicha labor. Existen también temas de mayor prioridad, especialmente los relacionados con el aprovechamiento del carbón, dado que este combustible tiene grandes posibilidades de comercialización a nivel mundial.
-------------------------	---

<b>Justificaciones para considerar los siguientes temas en discusión como prioritarios</b>	
Análisis de celdas de combustible.	Este tema tiene mayor importancia y prioridad que el tema ambiental, dado que su temática está contenida en el marco de las nuevas fuentes de energía
Nuevos desarrollos en refrigeración.	Se están desarrollando nuevos sistemas de refrigeración y refrigerantes híbridos que funcionan a más baja temperatura y son mejores ambientalmente. También se están desarrollando varias tesis doctorales en este sentido y se cuenta con convenios específicos apoyados por diferentes redes y países en los cuales está la UPB.
Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.	El estudio de las propiedades, mecánicas y procesos fluidos complejos afecta a los nuevos materiales, polímeros, sustancias de uso energético, procesamiento de biocombustibles. Si no se estudian los fluidos no podemos procesarlos ni utilizarlos ni diseñar equipos ni nada. Y los fluidos modernos con propiedades complejas y especiales que requieren un fuerte estudio numérico y matemático.
Gasificación de Carbón.	Las existencias de carbón en Colombia dan para 300 años al ritmo de extracción actual, y el costo del millón de BTU en carbón es una tercera parte del costo del gas, y una quinta parte del costo del fuel oil. Ante la crisis de combustibles es necesario desarrollar nuevas tecnologías para usar mas eficientemente el carbón
Investigación en aplicaciones del carbón.	Las existencias de carbón en Colombia dan para 300 años al ritmo de extracción actual, y el costo del millón de BTU en carbón es una tercera parte del costo del gas, y una quinta parte del costo del fuel oil. Ante la crisis de combustibles es necesario desarrollar nuevas tecnologías para usar mas eficientemente el carbón
Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.	Será de mucha aplicación para fines de la próxima década.
Simulación de aplicaciones de flujo a micro y nano escala.	Será tema de actualidad en la próxima década y de mucha aplicación.
Modelación CFD.	La simulación computacional constituye una opción de mayor viabilidad técnico económica para el desarrollo de sistemas en diferentes escalas de tamaño.
Métodos computacionales para la mecánica de fluidos y transf. de calor.	Todos los temas de simulación son prioritarios. Pretendemos hacer tecnología sin comprender la física y las matemáticas? Acaso el conocimiento empírico resolverá todos los problemas? La tendencia a nivel global es la simulación numérica de absolutamente todos los fenómenos complejos para predecir propiedades, entender comportamientos y fluidos, lograr un aprovechamiento energético óptimo, diseñar equipos. La ingeniería no es una técnica y las matemáticas hay que utilizarlas. NO puede haber investigación sin matemáticas ni modelos ni simulación.
Modelación de sistemas térmicos.	No veo como se puedan optimizar sin herramientas de simulación y modelamiento. Desafortunadamente no quedo en las de alta prioridad la modelación y simulación. Considero que es fundamental este campo en la formación de todo ingeniero. Sin estas herramientas, el diseño y la optimización tendrían que hacerse al tanteo y error, al olfato o según la experiencia y no creo que sea la forma moderna de practicar la ingeniería
Tecnologías de combustión.	El óptimo manejo de los combustibles para las diferentes aplicaciones y servicios demanda cada vez mejor tecnología y conocimiento para su máximo aprovechamiento. Tecnologías como la gasificación y otras que seguramente aparecerán buscan este objetivo.
Modelos de gestión y prospección energética.	Dado el incremento en la demanda de energía proyectado y las condiciones cambiantes del entorno económico, resultan más visibles los modelos de gestión y prospección energética

## Área Diseño y Control de Sistemas Técnicos

**INSTRUCCIONES:** De los dos listados, seleccione señalando con una **X** la casilla correspondiente a los seis (6) temas que usted considera de mayor prioridad en Ingeniería Mecánica para el año 2020. Abajo encontrará las justificaciones aportadas por los participantes para nominar los temas a cambiar su categoría.

Máximo seis (6) temas.

Temas seleccionados      0

### SELECCIONE MÁXIMO SEIS TEMAS

TEMAS PRIORITARIOS NOMINADOS A PASAR A DISCUSIÓN	TEMAS EN DISCUSIÓN NOMINADOS A SER PRIORITARIOS
<b>4.1. Computación e informática en ingeniería</b>	<b>4.2. Diseño de ingeniería mecánica</b>
Computación e informática en ingeniería.	Educación en diseño de sistemas mecánicos.
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.	Teorías y metodologías del diseño
<b>4.2. Diseño de ingeniería mecánica</b>	Sistemas multicuerpos y dinámica no lineal.
Micro y nano sistemas.	Diseño para la manufactura.
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.	Vibración y sonido.
<b>4.4. Dinámica de sistemas y control</b>	<b>4.4. Dinámica de sistemas y control</b>
Mecatrónica y robótica.	Diseño mecánico aplicado a máquinas agroindustriales.
Automatización de procesos de manufactura.	Diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.
	<b>4.5. Dispositivos micro – electro - mecánicos (MEMs)</b>
	Dispositivos: microsensores, microactuadores y micromecanismos.

### Justificaciones para no considerar los siguientes temas como prioritarios

Computación e informática en ingeniería.	Existen temas de mayor prioridad como los son el control de vehículos, vehículos, bioingeniería o el diseño para la manufactura.
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.	Existen temas de mayor prioridad, tales como el diseño de maquinaria agrícola y la dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
Micro y nano sistemas.	Existen temas de mayor prioridad como el diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.	Los tópicos que se retiran se pueden tratar con métodos de computación, pero no se han incluido las vibraciones que es un tema sin el cual el Diseño queda mal estructurado.

Mecatrónica y robótica.	Tiene mayor prioridad el tema teorías y metodologías del diseño.
Automatización de procesos de manufactura.	Este tema es restrictivo, así que es más importante contemplar temas más amplios como dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.

<b>Justificaciones para considerar los siguientes temas en discusión como prioritarios</b>	
Educación en diseño de sistemas mecánicos.	Para continuar con la educación y disciplina de los aspirantes a ejercer actividades de diseño en general. Cuestión de vocación.
Teorías y metodologías del diseño	El diseño exige seguir una metodología. Los temas así presentados quedarían orientados a diseñar en particular, sin el análisis previo de alternativas, funcionalidades, disponibilidades etc.
Sistemas multicuerpos y dinámica no lineal.	Este tema incluye muchos aspectos importantes en el área de diseño mecánico
Diseño para la manufactura.	La temática es especialmente importante en nuestro país, debido a la amplia gama de tecnologías subsistentes de manufactura.
Vibración y sonido.	las vibraciones son un tema sin el cual el diseño queda mal estructurado.
Diseño mecánico aplicado a máquinas agroindustriales.	Colombia es un país con alto potencial de desarrollo en el sector agroindustrial, el desarrollo en la ingeniería deberá ir enfocado hacia una mayor competitividad en esta industria.
Diseño mecánico aplicado a equipos de médicos y biológicos.	Uno de los grandes campos que se abre camino en Colombia para el mundo es la salud, allí hay una posibilidad grande para la aplicación de la Mecánica.
Modelación, diseño y control de sistemas físicos que involucren fuerza y movimiento.	Este tema incluye a otros importantes en el área de dinámica de sistemas y control.
Control inteligente.	Es pertinente para automatización de máquinas
Dispositivos: microsensores, microactuadores y micromecanismos.	Su conocimiento será de mucho recurso

## Área Mantenimiento

**INSTRUCCIONES:** De los dos listados seleccione señalando con una **X** en la casilla correspondiente al tema que usted considere de mayor prioridad en Ingeniería Mecánica para el año 2020. Abajo encontrará las justificaciones aportadas por los participantes para nominar los temas a cambiar su categoría.

Máximo un (1) tema.

Temas seleccionados 0

### SELECCIONE MÁXIMO UN TEMA

TEMAS PRIORITARIOS NOMINADOS A PASAR A DISCUSIÓN	TEMAS EN DISCUSIÓN NOMINADOS A SER PRIORITARIOS
<b>5.1. Mantenimiento</b>	<b>5.1. Mantenimiento</b>
Análisis de falla. <input type="checkbox"/>	Mantenimiento predictivo. <input type="checkbox"/>
	Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM). <input type="checkbox"/>
	Gestión de activos. <input type="checkbox"/>
	Confiabilidad <input type="checkbox"/>

### Justificaciones para no considerar los siguientes temas como prioritarios

Análisis de falla.	Existen temas de mayor importancia como lo son: Mantenimiento predictivo, estrategias de mantenimiento (TPM - RCM), gestión de activos y confiabilidad.
--------------------	---

### Justificaciones para considerar los siguientes temas en discusión como prioritarios

Mantenimiento predictivo.	El mantenimiento predictivo representa la aplicación tecnológica al avance de la gestión de mantenimiento reduciendo costos, daños y estrés en la operación de mantener.
Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).	Esto causará el mejor desempeño del mantenimiento en cualquier planta, etc. Hasta ahora no se tiene la disciplina y buen conocimiento y es de mucha utilidad.
Gestión de activos.	En la actualidad la gestión de activos es el calificativo que reemplaza al mantenimiento, dada la alta confiabilidad que exigen los sistemas industriales. La gestión de activos involucra varias ramas que aparecen separadas en la encuesta: análisis de falla, confiabilidad, tácticas de mantenimiento (TPM, RCM) y gestión a todo nivel
Confiabilidad	Es fundamental para el ingeniero jefe de mantenimiento diseñar sistemas bajo estrictos parámetros de confiabilidad.

## Área Administrativa y de Gestión

**INSTRUCCIONES:** Del listado, seleccione señalando con una **X** en la casilla correspondiente a los dos (2) temas que usted considere de mayor prioridad en Ingeniería Mecánica para el año 2020. Abajo encontrará las justificaciones aportadas por los participantes para nominar los temas a cambiar su categoría.

Máximo dos (2) temas.

Temas seleccionados      0

### SELECCIONE MÁXIMO DOS TEMAS

TEMAS EN DISCUSIÓN NOMINADOS A SER PRIORITARIOS	
<b>6.1. Gestión de proyectos.</b>	
Planeación, ejecución y control de proyectos.	
Gerencia y gestión de proyectos.	
Evaluación de proyectos.	
Metodologías estandarizadas para gestión de proyectos.	
<b>6.2. Planeación y control de la producción</b>	
Logística industrial.	
<b>6.3. Gestión tecnológica</b>	
Gerencia del conocimiento.	
Sistemas I + D + i	
Prospectiva tecnológica.	
Transferencia tecnológica.	
<b>6.4. Gerencia</b>	
Gerencia del talento humano.	
Gerencia del conocimiento.	
Emprenderismo	
Estrategia.	

Justificaciones para considerar los siguientes temas en discusión como prioritarios	
Planeación, ejecución y control de proyectos.	El tema es de gran utilidad para el ingeniero, le da la estructura completa para el manejo de cualquier tipo de problema. Cada vez es más frecuente en la industria el desarrollo de proyectos de todo nivel, lo cual exige que el Ing. Mecánico desarrolle competencias en esta área. La innovación se lleva a la realidad mediante la estructuración y ejecución de proyectos por lo que este tema es clave para formar ingenieros emprendedores.
Gerencia y gestión de proyectos.	La gerencia de proyectos incluye la planeación, evaluación y control de proyectos. Es un tema administrativo en el cual los ingenieros de cualquier área trabajan diariamente ante las modificaciones que se dan en las instalaciones. Además permite un fuerte desarrollo de las habilidades de planeación, importantes a todo nivel.
Evaluación de proyectos.	Es fundamental para el ing. Mecánico conocer cómo evaluar, presentar y justificar proyectos y los temas relacionados, como investigación de mercados, viabilidad financiera, etc.
Metodologías estandarizadas para gestión de proyectos.	Se volverá un lenguaje y método común en ingeniería.
Logística industrial.	La logística se ha convertido en tema de interés en el sector industrial y el Ing. Mecánico debe estar familiarizado con los conceptos y sus aplicaciones
Gerencia del conocimiento.	Este tema es importante para el crecimiento de cualquier organización independiente de la unidad en que se desempeñe el ingeniero.
Sistemas I + D + i	Los nuevos profesionales deben conocer los procesos, técnicas y herramientas para la Gestión de la Innovación, pilar fundamental para que las empresas colombianas logren mejorar su competitividad con una estrategia de diferenciación.

Prospectiva tecnológica.	Es el soporte que debe tener toda empresa, para hacer eficiente el soporte de los procesos
Transferencia tecnológica.	Se ha identificado como estratégica para la consolidación de la relación universidad-empresa-estado.
Gerencia del talento humano.	Una buena administración del recurso humano puede marcar la diferencia en todos los tipos de industria
Emprenderismo	De acuerdo a la coyuntura del país es necesario tener una mayor cantidad de emprendedores, para lograr desarrollar la industria y generar mayor empleo
Estrategia.	En los próximos años Colombia se debe volcar a la globalización. Gerencia estratégica es necesaria.



**H. ARTÍCULO IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA Y II DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

## **ESTUDIO PROSPECTIVO TEMÁTICO DE INGENIERÍA MECÁNICA EN COLOMBIA AL AÑO 2020**

Diego A. Flórez \*, MSc. Jhon W. Zartha, PhD. Hader V. Martínez, Juan Herrera

\*Universidad Pontificia Bolivariana,  
[diego.florez@upb.edu.co](mailto:diego.florez@upb.edu.co)  
[jhon.zartha@upb.edu.co](mailto:jhon.zartha@upb.edu.co)  
[hader.martinez@upb.edu.co](mailto:hader.martinez@upb.edu.co)  
[juanfelipeherrera@gmail.com](mailto:juanfelipeherrera@gmail.com)

### **RESUMEN**

La ingeniería mecánica es una de las ramas más dinámicas de la ingeniería, sus temáticas son transversales a múltiples campos de la ciencia y la tecnología y su influencia no tiene fronteras en el universo del saber.

Hacen parte del quehacer de la ingeniería mecánica diferentes temáticas en diversos campos de acción, por ejemplo, equipos biomédicos sofisticados, sistemas ecoeficientes para generación de energía, celdas de manufactura robotizadas de alta precisión y productividad, desarrollo de nuevos materiales con altas propiedades mecánicas, modelación, simulación y control de complejos sistemas mecánicos, metodologías avanzadas de mantenimiento, y muchas otras, pero ¿cuáles de ellas serán prioritarias a vuelta de doce años?, ¿hacia dónde deben guiarse los esfuerzos investigativos e innovadores emprendidos por universidades, empresas, centros de investigación y del mismo estado?

La facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, durante el año 2008 desarrolló un estudio bajo metodología Delphi (consulta a expertos), aplicando tres rondas, indagando por la prioridad de más de 220 temas clásicos y modernos de la ingeniería mecánica, agrupados en las principales áreas medulares: materiales, procesos de manufactura, energía y termodinámica, diseño y control de sistemas mecánicos, mantenimiento y administración.

El estudio consultó más de 35 expertos nacionales e internacionales con elevados niveles de formación avanzada, amplia experiencia y diferentes campos de acción, con los cuales se llegó a un consenso positivo alrededor de 25 temas prioritarios para la ingeniería mecánica en el año 2020.

### **ABSTRACT**

Mechanical engineering is one of the most dynamic fields of engineering, the issues are cross many fields of science and technology and their influence has no boundaries in the universe of knowledge.

## IV Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y II de Ingeniería Mecatrónica



Bogotá, Colombia.  
8 y 9 de octubre de 2009

Part of the work of mechanical engineering in various fields, such as sophisticated biomedical equipment, eco-efficient systems for power generation, manufacturing robotic cells for high precision and productivity, develop new materials with high mechanical properties, modeling, simulation and control of complex mechanical systems, advanced methodologies for maintenance, and many others, but which of them will be a priority around twelve?, where it must be guided and innovative research efforts undertaken by universities, companies, research centers and the government?

The Faculty of Mechanical Engineering of the Universidad Pontificia Bolivariana, during 2008 developed a research using Delphi method (consulting expert), Three rounds were held, asking for the priority of more than 220 classic and modern mechanical engineering, grouped the main core areas: materials, manufacturing processes, energy and thermodynamics, design and control of mechanical systems, maintenance and administration.

The study consulted more than 35 national and international experts with high levels of advanced training, extensive experience and different fields of action, which reached a positive consensus around 25 priority topics for mechanical engineering in 2020.

**Palabras Clave:** consulta a expertos, delphi, gestión tecnológica, ingeniería mecánica, prospectiva, temas prioritarios.



## **1 INTRODUCCIÓN**

La dinámica actual de los procesos investigativos, acompañada de los fenómenos de globalización y de las amplias facilidades que la tecnología ofrece en cuanto a comunicaciones y acceso a la información, obligan a cada rama de la ingeniería a estar en constante vigilancia alrededor de los temas que le son prioritarios, no sólo en su quehacer habitual -o si se quiere clásico- sino también en los nuevos campos de trabajo que cada día se le van abriendo y que terminan garantizando su pertinencia y evolución en el tiempo.

Desde 1996, el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, tras una reflexión con rectores, directores de programas académicos, docentes y miembros del sector empresarial y gremial de cada ingeniería, estudiaron algunas tendencias en la formación profesional, el plan de estudios y las estrategias para la modernización de los currículos. Fruto de este trabajo se emitió un documento específico para Ingeniería Mecánica llamado: "Actualización y modernización del currículo en ingeniería mecánica" [1].

Esta reflexión sirvió para que en el año 2000, dos docentes de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana UPB, presentaran el trabajo titulado "Las prioridades investigativas en Ingeniería Mecánica: un estudio prospectivo en Antioquia" [2].

El tiempo ha demostrado las bondades de dicho trabajo, gracias a él se fortaleció la labor de los grupos de investigación y se mejoró la influencia de estos en el currículo del pregrado, se mejoró el enfoque en los programas de posgrado, se establecieron pautas certeras para los procesos de autoevaluación y acreditación, y se generó cultura de reflexión prospectiva en la comunidad académica.

Pero los cambios en el entorno, hacen que los resultados de cualquier estudio prospectivo deban ser revisados periódicamente, así que durante el año 2008 se realizó una nueva reflexión prospectiva, teniendo en cuenta un árbol temático más extenso y actualizado, un entorno ya no regional sino global y la experiencia previa.

Se espera que los resultados de este estudio sirvan no sólo a la comunidad académica de Ingeniería Mecánica de la UPB, sino a otras comunidades académicas pares y a diferentes sectores estatales y privados para orientar sus esfuerzos de forma estratégica, contribuyendo así con el crecimiento de la economía y el mejoramiento de la sociedad.

Cabe aclarar que los resultados del presente estudio no son absolutos, ni excluyentes, tampoco tienen que ser adoptados en su totalidad -como un gran paquete-. Estos resultados son producto del consenso de un grupo de expertos tras una reflexión hecha en tres momentos del año 2008 y su intención es que sean orientadores del trabajo en ingeniería mecánica o de cualquier área complementaria o afín.

## **2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la realización del estudio se usó el método Delphi, éste busca hacer evidente el consenso de un grupo de expertos alrededor de temas específicos, abordándolos en consultas sucesivas. Una introducción a su metodología es presentada por Michel Godet en su libro "De la anticipación a la acción" [3]. No obstante el método ha sido trabajado por el Grupo de Investigación



Bogotá, Colombia.  
8 y 9 de octubre de 2009

Política y Gestión Tecnológica, que ha estado al frente de varios estudios prospectivos similares en la Institución, particularmente esta metodología fue trabajada en el estudio prospectivo realizado para la Facultad de Ingeniería Informática documentado en la tesis de maestría "Estudio de prospectiva académica del programa de ingeniería informática de la UPB, sede Medellín, al año 2015" [4].

Para abordar el método se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Determinar el problema.
- 2) Definir el perfil de los expertos.
- 3) Seleccionar los expertos.
- 4) Realizar la primera consulta: solicitar a los expertos una calificación alrededor del problema.
- 5) Identificar consenso mediante criterios de moda y frecuencia modal.
- 6) Presentar a los expertos los resultados de dicho consenso.
- 7) Realizar la segunda consulta: en la que los expertos pueden controvertir los resultados de la primera consulta exponiendo sus razones.
- 8) Presentar a los expertos los resultados de la segunda consulta, incluyendo lo expuesto por sus pares.
- 9) Realizar la tercera y última consulta, en la que los expertos definen su posición y se llega a los mayores niveles de consenso.
- 10) Presentar los resultados de la tercera ronda, que son definitivos.

## **2.1 Presentación del Problema**

El problema se planteó como la identificación de un abanico de temas de alta prioridad en la ingeniería mecánica, con un horizonte de tiempo al año 2020.

El punto inicial para abordar este problema consistió en establecer el árbol temático que abarca la ingeniería mecánica en la actualidad, para ello se contó con el apoyo de la comunidad de docentes de la Facultad, allí se estableció que se debía generar un árbol temático muy específico, para evitar caer en el error -algo frecuente- de encontrar temas prioritarios de alta generalidad, que además pueden resultar bastante obvios. V.g. Fuentes alternas de energía: a pesar de ser un tema de muy alta prioridad es muy general, así que es preferible descomponerlo en temas como fuentes de energía eólicas, solares, a partir de biomasa, y otras.

Para ello se realizó una división inicial en áreas medulares, luego estas áreas fueron divididas en subáreas y estas en temas. Las áreas medulares fueron: materiales, procesos de manufactura, energía y termodinámica, diseño y control de sistemas técnicos, mantenimiento y gestión. En total fueron alrededor de 220 temas.

El reto entonces fue saber de estos 220 temas, cuáles son los que mayor nivel de prioridad tienen, vistos en un horizonte de tiempo al año 2020.



## **2.2 Perfil de los expertos**

Los expertos que participaron en el estudio fueron profesionales que se desempeñan como ingenieros mecánicos o actúan en áreas afines y complementarias a la ingeniería mecánica, además debieron cumplir con una de las siguientes cualidades:

- **Formación:** los expertos debieron terminar algún nivel de formación avanzada, (especialistas, magísteres o doctores) de esta forma se aseguró que fueran profesionales con un perfil académico superior al de un ingeniero recién graduado, además permitió buenos niveles de familiarización con temas avanzados, al menos dentro del temática de especialización.
- **Experiencia:** En caso de no tener algún nivel de formación avanzada, debieron tener una amplia experiencia profesional, al menos de diez años.

## **2.3 Selección de expertos**

Con base en la experiencia de estudios realizados en otros programas de ingeniería, se definió un grupo aproximado de 100 expertos que cumplieran el perfil definido, esto para obtener al menos 33 respuestas. La selección de los expertos fue tan heterogénea como se pudo, incluyó docentes, tanto de la institución como de fuera de ella, empresarios y empleados, de múltiples niveles de experiencia y de formación y con desempeño en las diversas áreas de la ingeniería mecánica. Algunos expertos fueron internacionales.

## **2.4 Primera consulta**

En la primera consulta se indagó sobre el nivel de prioridad que cada experto asignó a los temas del árbol temático. Cada tema debía recibir una calificación entre uno y seis de acuerdo a los siguientes criterios: 1 el tema no tiene ninguna prioridad para la ingeniería mecánica en el año 2020, 2 el tema tiene poca prioridad, 3 media prioridad, 4 alta prioridad, 5 muy alta prioridad y 6 no responde.

## **2.5 Primera identificación de los niveles de consenso**

Evidentemente el objetivo del trabajo es identificar los temas de mayor prioridad, es decir los temas que más veces se calificaron en cinco. Para ello se buscó los temas cuya moda en la calificación fuera cinco y además tuvieran una frecuencia modal superior al 35%. De esta forma, para un tema resultar prioritario requiere que más de una tercera parte de los expertos participantes opine que es de alta prioridad.

## **2.6 Presentación a los expertos de los resultados de la primera ronda**

Se elaboró un informe corto y se envió a los expertos. Esto se convirtió en un insumo fundamental para continuar con las indagaciones y llegar a niveles de consenso más altos.

## **2.7 Segunda consulta**

En la segunda consulta se presentan los temas discriminados entre los prioritarios -según la primera ronda- y los demás, que se denominan 'en discusión'. Como cada tema está ligado con las áreas medulares descritas en el planteamiento del problema (materiales, procesos de



manufactura...) se solicita a cada experto intercambiar temas prioritarios por temas en discusión al interior de dichas áreas medulares y siempre justificando el porqué del cambio.

De esta forma un experto puede manifestar la importancia de introducir un tema que no alcanzó los niveles de alta prioridad, persuadiendo a sus pares para buscar su inclusión, también puede persuadir para no introducir un tema inicialmente considerado en el grupo privilegiado, bajándolo a la categoría de temas en discusión.

## **2.8 Presentación a los expertos de los resultados de la segunda consulta**

Los resultados de la segunda ronda pueden ser concluyentes para algunos temas, específicamente para los que fueron propuestos como prioritarios y ningún experto los intercambió por un tema en discusión, estos temas serán declarados de alta prioridad y no serán más objeto de trabajo. De la misma forma, los temas que estaban en discusión después de la primera ronda y ningún experto los nominó para cambiar su estatus a prioritarios, tampoco serán mas objeto de trabajo y no podrán llegar a ser de alta prioridad.

Los temas que no llegaron al consenso descrito, quedan en un conjunto limitado compuesto por los que fueron clasificados inicialmente como prioritarios pero algún experto los intercambió por temas en discusión y los temas en discusión que fueron nominados por algún experto para ser prioritarios.

## **2.9 tercera consulta**

Dado que los expertos tienen acceso a las justificaciones dadas por sus pares, deberán tomar la decisión -al interior de cada área medular- de cuáles son los temas prioritarios y cuales no lo son.

## **2.10 Presentación a los expertos de los resultados de la tercera consulta**

Los resultados de la tercera consulta son concluyentes y deben recoger toda la información del estudio. Para ello cada tema aún en discusión debe ser analizado desde los resultados de la primera consulta.

Para cada experto se compara cómo calificó el tema en primera y tercera ronda. Modificando el resultado de la primera si es del caso. (5 si en la tercera ronda se consideró prioritario o 1 si no) una vez hecho este análisis para cada experto se seleccionan los temas con moda cinco y frecuencia modal más alta, de tal suerte que el número de temas que definitivamente fueron prioritarios se mantenga respecto al número de temas prioritarios de la primera ronda, y se verifica que la frecuencia modal mínima sea mayor que 35% que fue el criterio de la primera ronda.

# **3 RESULTADOS**

Dadas las características del método aplicado en el presente trabajo, es ineludible presentar inicialmente la conformación del panel de expertos. Durante todo el proceso se contactaron 120 ingenieros que cumplían con el perfil propuesto, de ellos 52 tuvo participación al menos en una de las consultas.

En la primera consulta participaron 44 expertos, en la segunda 38 de los cuales 30 habían participado en la primera y 8 se incorporaban al proceso y en la tercera participaron 34 que en su

Bogotá, Colombia.  
8 y 9 de octubre de 2009

totalidad había participado en alguna de las dos consultas anteriores. 27 expertos participaron en las tres rondas.

En las figuras 1 y 2 se muestra la distribución de los expertos según su experiencia en años y su nivel de formación. Como se explicó en la sección de materiales y métodos, los expertos deben cumplir al menos una de estas condiciones. Cabe mencionar que más del 90% de los expertos posee formación avanzada y más del 80% posee más de diez años de experiencia. Tales condiciones garantizan un panel de expertos con criterios muy definidos para expresar sus opiniones en un estudio de esta envergadura.

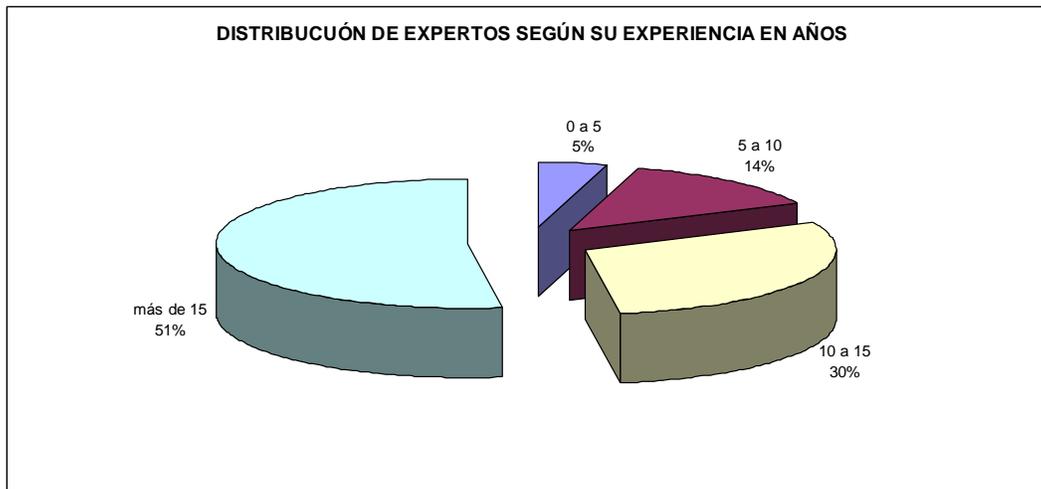


Figura 1: Distribución de expertos de acuerdo a sus años de experiencia.

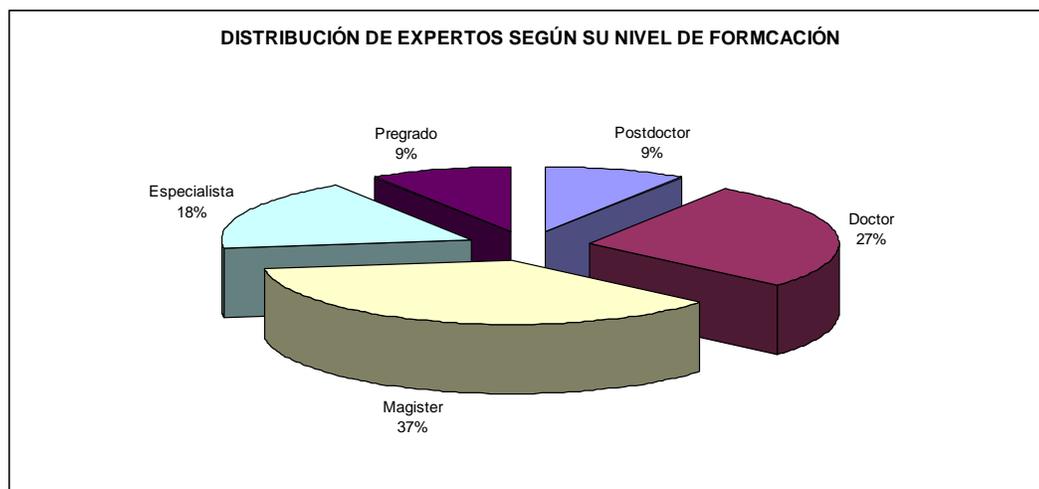


Figura 2: Distribución de expertos de acuerdo a su nivel de formación.

Bogotá, Colombia.  
8 y 9 de octubre de 2009

La figura 3 muestra la distribución de los expertos de acuerdo al sector en el que se desempeña, allí puede apreciarse que a pesar de que la mayoría son académicos, también se encuentra una cantidad considerable de empresarios y empleados tanto del sector productivo como del sector de servicios.

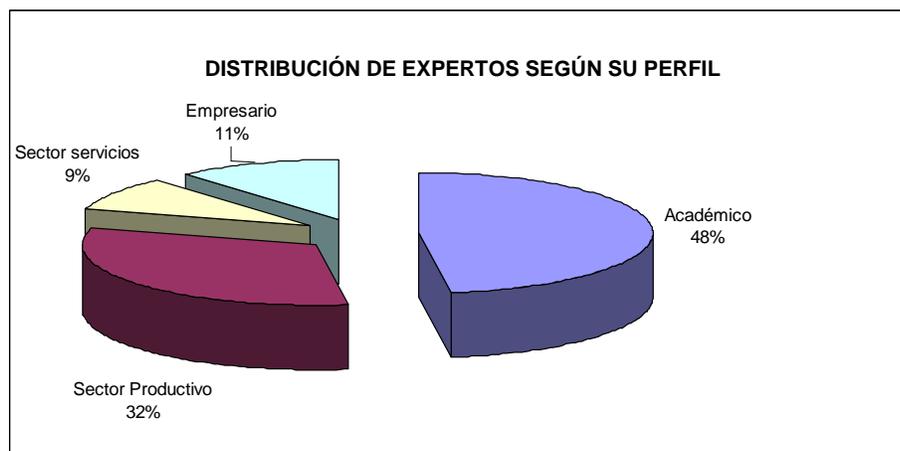


Figura 3: Distribución de expertos de acuerdo con su perfil.

Tras las tres rondas de discusión se llegó al deseado abanico de temas de alta prioridad, éstos se presentan en la tabla 1 separados por sus áreas medulares. Todos estos temas tuvieron moda 5 es decir 'alta prioridad' y frecuencias modales por encima del 45%,

Tabla 1: Temas prioritarios en ingeniería

<b>Área Materiales</b>
Aprovechamiento de residuos.
Nanomateriales compuestos.
Producción limpia.
Nanomateriales plásticos.
Materiales con capacidad de memoria.
<b>Área Procesos de Manufactura</b>
Robótica, automatización, mecatrónica.
CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.
Control estadístico de procesos.
<b>Área Energía y Termodinámica</b>
Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.
Recuperación de calor en las diferentes industrias.
Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
Planeación energética.
Sostenibilidad energética.
Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.
Combustión y biocombustibles.

## IV Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y II de Ingeniería Mecatrónica

Bogotá, Colombia.  
8 y 9 de octubre de 2009



Tecnologías de energía con hidrógeno.
Optimización de colectores solares.
Energía eólica.
Optimización de planta.
Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.
Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.
<b>Área Diseño y Control de Sistemas Técnicos</b>
Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.
Micro y nanosistemas.
Computación e informática en ingeniería.
Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.
Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.
Mecatrónica y robótica.
Diseño para la manufactura.
Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
<b>Área Mantenimiento</b>
Análisis de falla.
Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).
<b>Área Administrativa</b>
Planeación, ejecución y control de proyectos.
Gerencia y gestión de proyectos.

## 4 DISCUSIÓN

Se establecieron 34 temas de alta prioridad para la ingeniería mecánica en el año 2020, para abordar un conjunto de temas tan amplio y en muchos casos con altos niveles de apropiación tecnológica, la Facultad deberá establecer estrategias claras que le permitan mantenerse a la vanguardia en este tipo de temas. Una de las estrategias a emplear es la socialización de los resultados, de tal forma que se formen nodos de masa crítica que permitan acompañar el trabajo y unir esfuerzos con propósitos comunes.

El fortalecimiento de la investigación en los últimos años, los esfuerzos hechos en formación docente de alto nivel y las relaciones estratégicas establecidas, permiten abordar un estudio prospectivo de muy alto nivel y por tanto con resultados concretos y de alta credibilidad.

Los aspectos ambientales e informáticos mantienen su vigencia en los años y más aún su interés y la visualización de potencialidad en el futuro parece estar en constante crecimiento. Es así como temas de producción limpia, aprovechamiento de residuos, uso eficiente de la energía, nuevos recursos energéticos y otros sobresalen en los campos ambientales. Por el lado de la informática está el uso de CAD, CAE, CAM, CFD, además de los procesos de modelación y simulación que también tienen alto contenido en este aspecto.

Aparecen como nuevos actores protagónicos los procesos a escala micro y nano, presentes en materiales, energía, diseño y control. También se percibe la aceptación de herramientas de gestión orientadas a la planeación, el uso de metodologías de trabajo, el control estadístico de procesos y otros aspectos.



## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los expertos que participaron con sus oportunas respuestas en cada una de las consultas.

Al Grupo de Gestión y Política de la Escuela de Ingenierías de la UPB, que aportó su experiencia en estudios similares y dirigió y coordinó el presente trabajo.

A la comunidad académica de ingeniería mecánica que aportó en el diseño metodológico, colaboró con la consecución de los expertos y siempre estuvo al tanto de los resultados para aportar constructivamente en el proceso.

## **REFERENCIAS**

Las referencias deben estar identificadas en el texto entre corchetes (paréntesis cuadrados) y agrupadas al final del texto estrictamente según su orden de aparición en el cuerpo del documento. Las referencias deben escribirse de acuerdo a los siguientes ejemplos según sea el caso: artículo de revista, libro, tesis, reporte o memoria de congreso. Proporcione incluso el número de página para los artículos de revistas o el número de capítulo cuando se trate de un libro. Todas las referencias deben citarse en el texto.

[1] ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Mecánica. documento final, Santafé de Bogotá, 1996.

[2] C. Builes y J. Manrique, Las prioridades investigativas en ingeniería mecánica: un estudio prospectivo en Antioquia, MSc tesis, UPB, 2000.

[3] M. Godet, De la anticipación a la acción, Ediciones Alfaomega, México, 1996.

[4] L. Gutiérrez, Estudio de prospectiva académica del programa de ingeniería informática de la UPB, Sede Medellín, al año 2015, MSC tesis, UPB, 2008.



## I. RESULTADOS SOFTWARE MIC-MAC

# Informe Micmac final



The Millennium Project

## SUMARIO

<b>I. PRESENTACION DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Lista de variables.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Descripción de las variables .....</b>	<b>5</b>
1. Estudiantes: (Estudiante).....	5
2. Selección de estudiantes (SelEstudia) .....	5
3. Situación socio-cultural de los estudiantes (SociCulEst) .....	5
4. Compromiso de los estudiantes frente al programa (CompromEst).....	5
5. Procesos administrativos relacionados con los estudiantes (ProcAdmEst).....	5
6. Capacidades académicas de los estudiantes (CapAcademE).....	6
7. Motivación de los estudiantes (MotivEstud).....	6
8. Régimen docente (RegimenDic) .....	6
9. Estímulos para los mejores estudiantes (EstimMjrsE) .....	6
10. Sanciones disciplinarias y académicas (SancionDis) .....	6
11. Participación de los estudiantes en semilleros de investigación (EstudSemil).....	6
12. Deserción estudiantil (Deserción) .....	6
13. Docentes (Docentes) .....	7
14. Régimen docente (RegDocente).....	7
15. Selección de docentes (SelecDocen).....	7
16. Nivel de formación y categorías de los docentes (NivelForDo).....	7
17. Condiciones laborales de los docentes (CondiLabor) .....	7
18. Capacidades pedagógicas de los docentes (CapacPedag) .....	7
19. Fuga de docentes (FugaDocent).....	7
20. Plan de estudios (PlanEstudi).....	8
21. Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes (2a_lengua) .....	8
22. Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad (estrategia) .....	8
23. Estructura administrativa y académica de la facultad (EstrAdmAca) .....	8
24. Comité de currículo (ComiteCurr) .....	8
25. Áreas y coordinadores (AreasCoord).....	8
26. Consejo de Facultad (ConsejoFac).....	8
27. Escuela de Ingenierías (EscIngenie).....	9
28. Grupos de investigación (GruposInve).....	9
29. Infraestructura y espacios adecuados para labores de docencia (Infraestr) .....	9
30. Dotación y uso de la biblioteca (DotacUsoBi) .....	9
31. Dotación y uso de laboratorios (DotacUsoLa) .....	9
32. Espacios de estudio (EspacioEst).....	9
33. Acceso a recursos informáticos para estudiantes (RecInforma).....	9
34. Bienestar universitario (BienestarU) .....	10
35. Desempeño de los estudiantes en semestre de práctica (DesempPrac) .....	10
36. Desempeño de los estudiantes en el trabajo de grado (DesempTdeG).....	10
37. Autoevaluación y autorregulación (autoev y a).....	10
38. Políticas de innovación, investigación y desarrollo de la UPB (Political+).....	10
39. Presupuesto asignado a la facultad para su adecuado funcionamiento (Presupuest).....	10
40. Imagen de la facultad y del programa en la sociedad (ImagenFacu).....	11
41. Imagen de la UPB en la sociedad (ImagenUPB).....	11
42. Demanda del programa (DemandaPro).....	11
43. Situación económica de los estudiantes potenciales del ingeniería mecánica (SituacSE).....	11
44. Necesidades del medio y demanda laboral (NecesiMedi) .....	11
45. Condiciones de empleo del Ingeniero mecánico a nivel local (CondicEmpl) .....	11
46. Tendencias nacionales y mundiales en ingeniería mecánica: (Tendencias).....	11
47. Avances tecnológicos en ingeniería mecánica a nivel mundial (AvancesIM) .....	12
48. Nivel de desarrollo de la industria en Colombia (NivelDlloI) .....	12
49. Relaciones con otras universidades (RelacUnivs).....	12
50. Relaciones con el sector productivo (RelacSecPr).....	12

51.	Relaciones internacionales (RelacInter) .....	12
52.	Participación de la Facultad en eventos de carácter nacional e internacional con los temas del programa (ParticipEv) .....	12
53.	Mecanismos para el intercambio de servicios de extensión, investigación y docencia con agentes externos a la Universidad (MecanismSe) .....	12
54.	Comportamiento macroeconómico del país (Macroecono) .....	13
55.	Tratados de libre comercio (TLC'S) .....	13
56.	Políticas estatales hacia la educación superior (PolitEduSu) .....	13
57.	Política nacional de investigación y desarrollo (PolitNaI+) .....	13
58.	Inversión nacional en ciencia y tecnología (InverCienc) .....	13
59.	Inversión privada en la educación superior (InverPriva) .....	13
60.	Oferta de Maestrías y Doctorados relacionados con el programa en el país (OfertaMsc&).....	13
61.	Cultura de innovación y emprendimiento (CulturaInn).....	14
62.	Impactos positivos de egresados en medios local y nacional (ImpactoEgr).....	14
63.	Integración de egresados al que hacer de la facultad (EgresFacu) .....	14
64.	Tendencias en la educación superior (TenEdSup) .....	14
65.	Plano de influencias / dependencias indirectas.....	27

# I. PRESENTACION DE LAS VARIABLES

## 1. LISTA DE VARIABLES

1. Estudiantes: (Estudiante)
2. Selección de estudiantes (SelEstudia)
3. Situación socio-cultural de los estudiantes (SociCulEst)
4. Compromiso de los estudiantes frente al programa (CompromEst)
5. Procesos administrativos relacionados con los estudiantes (ProcAdmEst)
6. Capacidades académicas de los estudiantes (CapAcademE)
7. Motivación de los estudiantes (MotivEstud)
8. Régimen docente (RegimenDic)
9. Estímulos para los mejores estudiantes (EstimMjrsE)
10. Sanciones disciplinarias y académicas (SancionDis)
11. Participación de los estudiantes en semilleros de investigación (EstudSemil)
12. Deserción estudiantil (Deserción)
13. Docentes (Docentes)
14. Régimen docente (RegDocente)
15. Selección de docentes (SelecDocen)
16. Nivel de formación y categorías de los docentes (NivelForDo)
17. Condiciones laborales de los docentes (CondiLabor)
18. Capacidades pedagógicas de los docentes (CapacPedag)
19. Fuga de docentes (FugaDocent)
20. Plan de estudios (PlanEstudi)
21. Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes (2a\_lengua)
22. Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad (estrategia)
23. Estructura administrativa y académica de la facultad (EstrAdmAca)
24. Comité de currículo (ComiteCurr)
25. Áreas y coordinadores (AreasCoord)
26. Consejo de Facultad (ConsejoFac)
27. Escuela de Ingenierías (EscIngenie)
28. Grupos de investigación (GruposInve)
29. Infraestructura y espacios adecuados para labores de docencia (Infraestr)
30. Dotación y uso de la biblioteca (DotacUsoBi)
31. Dotación y uso de laboratorios (DotacUsoLa)
32. Espacios de estudio (EspacioEst)
33. Acceso a recursos informáticos para estudiantes (RecInforma)
34. Bienestar universitario (BienestarU)
35. Desempeño de los estudiantes en semestre de práctica (DesempPrac)
36. Desempeño de los estudiantes en el trabajo de grado (DesempTdeG)
37. Autoevaluación y autorregulación (autoev y a)
38. Políticas de innovación, investigación y desarrollo de la UPB (PoliticaI+)
39. Presupuesto asignado a la facultad para su adecuado funcionamiento (Presupuest)
40. Imagen de la facultad y del programa en la sociedad (ImagenFacu)
41. Imagen de la UPB en la sociedad (ImagenUPB)
42. Demanda del programa (DemandaPro)
43. Situación económica de los estudiantes potenciales del ingeniería mecánica (SituacSE)
44. Necesidades del medio y demanda laboral (NecesiMedi)
45. Condiciones de empleo del Ingeniero mecánico a nivel local (CondicEmpl)
46. Tendencias nacionales y mundiales en ingeniería mecánica: (Tendencias)
47. Avances tecnológicos en ingeniería mecánica a nivel mundial (AvancesIM)
48. Nivel de desarrollo de la industria en Colombia (NivelDlloI)
49. Relaciones con otras universidades (RelacUnivs)
50. Relaciones con el sector productivo (RelacSecPr)
51. Relaciones internacionales (RelacInter)

52. Participación de la Facultad en eventos de carácter nacional e internacional con los temas del programa (ParticipEv)
53. Mecanismos para el intercambio de servicios de extensión, investigación y docencia con agentes externos a la Universidad (MecanismSe)
54. Comportamiento macroeconómico del país (Macroecono)
55. Tratados de libre comercio (TLC'S)
56. Políticas estatales hacia la educación superior (PolitEduSu)
57. Política nacional de investigación y desarrollo (PolitNacl+)
58. Inversión nacional en ciencia y tecnología (InverCienc)
59. Inversión privada en la educación superior (InverPriva)
60. Oferta de Maestrías y Doctorados relacionados con el programa en el país (OfertaMsc&)
61. Cultura de innovación y emprendimiento (CulturaInn)
62. Impactos positivos de egresados en medios local y nacional (ImpactoEgr)
63. Integración de egresados al que hacer de la facultad (EgresFacu)
64. Tendencias en la educación superior (TenEdSup)

## 2. DESCRIPCION DE LAS VARIABLES

### 1. Estudiantes: (Estudiante)

**Description :**

Personas que están en proceso de formación como ingenieros mecánicos dentro de la facultad.

**Tema :**

interna

### 2. Selección de estudiantes (SelEstudia)

**Description :**

Procesos por los cuales se define si un candidato a formarse en el programa ingresa o no.

**Tema :**

interna

### 3. Situación socio-cultural de los estudiantes (SociCulEst)

**Description :**

Se refiere a las estructuras mentales de los estudiantes para afrontar sus relaciones interpersonales y diferentes influencias externas, entre las cuales se pueden resaltar: la música, la política, el deporte, la academia, los amigos, los familiares, el dinero, la religión, el liderazgo y otros.

**Tema :**

interna

### 4. Compromiso de los estudiantes frente al programa (CompromEst)

**Description :**

Estudiantes entusiastas, comprometidos y responsables con su quehacer académico y sentido de pertenencia con la Facultad y la Universidad.

**Tema :**

interna

### 5. Procesos administrativos relacionados con los estudiantes (ProcAdmEst)

**Description :**



Los procesos administrativos que de alguna forma afrontan los estudiantes para desarrollar su proceso formativo en la UPB: admisión, registros académicos, matrículas, cancelaciones, titulación, grado.

**Tema :**  
interna

#### 6. Capacidades académicas de los estudiantes (CapAcademE)

**Description :**

Cualidades cognitivas o de razonamiento propias, adquiridas o por adquirir que tienen los estudiantes para afrontar el plan de estudios del programa de ingeniería mecánica.

**Tema :**  
interna

#### 7. Motivación de los estudiantes (MotivEstud)

**Description :**

Interés de los estudiantes por desarrollar su plan de estudios con coherencia, en tiempos razonables, asimilando los conocimientos y adquiriendo competencias que le permitan desempeñarse como ingeniero mecánico.

**Tema :**  
interna

#### 8. Régimen dicente (RegimenDic)

**Description :**

Reglamento que enmarca los derechos y deberes de los estudiantes.

**Tema :**  
interna

#### 9. Estímulos para los mejores estudiantes (EstimMjrsE)

**Description :**

Beneficios que reciben los estudiantes de acuerdo con el régimen dicente, normalmente por alto nivel académico o por méritos deportivos.

**Tema :**  
interna

#### 10. Sanciones disciplinarias y académicas (SancionDis)

**Description :**

Castigos que se aplican a los estudiantes cuando incurren en una falta contra la institución o su desempeño está por debajo de los estándares contemplados en el régimen dicente

**Tema :**  
interna

#### 11. Participación de los estudiantes en semilleros de investigación (EstudSemil)

**Description :**

Aportes de los estudiantes dentro del entorno investigativo propiciado por los semilleros que funcionan en la universidad alrededor de los grupos de investigación.

**Tema :**  
interna

#### 12. Deserción estudiantil (Deserción)

**Description :**



Fenómeno en el cual los estudiantes terminan unilateralmente un proceso académico antes de su normal culminación, bien sea abandonando algún curso (mediante cancelación o no) o abandonando el programa.

**Tema :**  
interna

### 13. Docentes (Docentes)

**Description :**

Profesores que laboran para la facultad, bajo las figuras de docentes internos o de cátedra.

**Tema :**  
interna

### 14. Régimen docente (RegDocente)

**Description :**

Documento que contempla los deberes y derechos de los docentes.

**Tema :**  
interna

### 15. Selección de docentes (SelecDocen)

**Description :**

Criterios por medio de los cuales se dictamina que un profesional es adecuado para ser docente de algunos cursos dentro de la facultad.

**Tema :**  
interna

### 16. Nivel de formación y categorías de los docentes (NivelForDo)

**Description :**

Se refiere a los títulos obtenidos por los docentes en formación avanzada y su categorización dentro de la Universidad

**Tema :**  
interna

### 17. Condiciones laborales de los docentes (CondiLabor)

**Description :**

Se refiere al nivel salarial, los estímulos, apoyos para su desempeño, ascenso de categorías, posibilidades de investigar y de formarse.

**Tema :**  
interna

### 18. Capacidades pedagógicas de los docentes (CapacPedag)

**Description :**

Se refiere a la virtud del docente para transmitir sus conocimientos u orientar a los estudiantes para que los adquieran.

**Tema :**  
interna

### 19. Fuga de docentes (FugaDocent)

**Description :**

Fenómeno en el cual los docentes se retiran de la Universidad buscando mejores condiciones laborales, académicas, intelectuales o personales.

**Tema :**  
interna

## 20. Plan de estudios (PlanEstudi)

### **Description :**

Distribución de los cursos semestre a semestre conformando una malla. Contempla número de créditos por curso y por semestre, distribución del plan de estudios en ciclos, prerrequisitos y correquisitos.

### **Tema :**

interna

## 21. Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes (2a lengua)

### **Description :**

Dominio de una segunda lengua, preferiblemente inglés por parte de los docentes y lo estudiantes. Teniendo en cuenta las cuatro competencias del idioma (hablar, escuchar, leer y escribir) facilitando el acceso a información actualizada en temas del programa y permitiendo movilidad internacional de docentes y estudiantes.

### **Tema :**

interna

## 22. Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad (estrategia)

### **Description :**

Claridad y coherencia de la misión, la visión y los objetivos prospectivo-estratégicos de la Universidad y de la Facultad.

### **Tema :**

interna

## 23. Estructura administrativa y académica de la facultad (EstrAdmAca)

### **Description :**

Director, Consejo de Facultad, coordinadores de área, comité de currículo, demás directivos de la Escuela y la Universidad.

### **Tema :**

interna

## 24. Comité de currículo (ComiteCurr)

### **Description :**

Grupo de docentes que se desempeñan como coordinadores de área dentro de la facultad, que son convocados por el Director para discutir temas académicos a fin de hacer recomendaciones al Consejo de Facultad

### **Tema :**

interna

## 25. Áreas y coordinadores (AreasCoord)

### **Description :**

Las áreas son las divisiones por grupos de temas dentro del plan de estudios y los saberes propios del programa, cada área tiene un coordinador que la represente en el comité de currículo

### **Tema :**

interna

## 26. Consejo de Facultad (ConsejoFac)

### **Description :**

Mayor instancia académica, administrativa y disciplinaria de la facultad, compuesta por el Director, representantes de los egresados, los estudiantes, los docentes y el comité de currículo.

**Tema :**  
interna

### 27. Escuela de Ingenierías (EscIngenie)

**Description :**

Dependencia de la Universidad que agrupa las Ingenierías, bajo la dirección de un decano

**Tema :**  
interna

### 28. Grupos de investigación (GruposInve)

**Description :**

Conjuntos de individuos que trabajan en el desarrollo de proyectos dentro de unas temáticas definidas por sus líneas de investigación

**Tema :**  
interna

### 29. Infraestructura y espacios adecuados para labores de docencia (Infraestr)

**Description :**

Aulas de clase, salas de cómputo, laboratorios, oficinas, auditorios y demás lugares donde se desarrolle la docencia en condiciones adecuadas de iluminación, aireación, seguridad, dotación, comodidad, aseo y otras. Se incluyen también espacios complementarios como baños, pasillos, cafeterías, escalas, accesos, zonas verdes. Se incluyen también espacios complementarios como baños, pasillos, cafeterías, escalas, accesos, zonas verdes, considerando las posibilidades de acceso a personas con alguna limitación

**Tema :**  
interna

### 30. Dotación y uso de la biblioteca (DotacUsoBi)

**Description :**

Aprovechamiento que dan estudiantes y docentes a los recursos dispuestos en la biblioteca.

**Tema :**  
interna

### 31. Dotación y uso de laboratorios (DotacUsoLa)

**Description :**

Asignación de espacios y equipos para realizar prácticas que complementen la teoría o que permitan a los estudiantes desarrollar procedimientos que lleven a un resultado real, medible o tangible.

**Tema :**  
interna

### 32. Espacios de estudio (EspacioEst)

**Description :**

Lugares de la Universidad con las condiciones adecuadas para que los estudiantes se dispongan a realizar actividades relacionadas con el estudio.

**Tema :**  
interna

### 33. Acceso a recursos informáticos para estudiantes (RecInforma)

**Description :**



Facilidades informáticas ofrecidas por la universidad para los estudiantes tales como salas de cómputo, disponibilidad de software, acceso a Internet, consultas virtuales, apoyo virtual en determinados cursos.

**Tema :**  
interna

#### 34. Bienestar universitario (BienestarU)

**Description :**

Dependencia de la universidad encargada de velar por las condiciones de salud, deportes recreación y demás aspectos relacionados con el bienestar adecuadas para estudiantes, docentes y empleados de la Universidad.

**Tema :**  
interna

#### 35. Desempeño de los estudiantes en semestre de práctica (DesempPrac)

**Description :**

Capacidad del estudiante para enfrentarse a problemas reales dentro de un medio laboral, bajo las condiciones estipuladas por la facultad para el desarrollo de dicha función

**Tema :**  
interna

#### 36. Desempeño de los estudiantes en el trabajo de grado (DesempTdeG)

**Description :**

Capacidad del estudiante de afrontar un problema, desarrollarlo bajo la tutoría de un Director, con las condiciones establecidas para ser trabajo de grado

**Tema :**  
interna

#### 37. Autoevaluación y autorregulación (autoev y a)

**Description :**

Procesos de autoevaluación y autorregulación permanente, orientados al mejoramiento continuo y la acreditación de alta calidad

**Tema :**  
interna

#### 38. Políticas de innovación, investigación y desarrollo de la UPB (Political+)

**Description :**

Políticas y directrices de la Universidad para el apoyo de la innovación, la investigación y el desarrollo.

**Tema :**  
interna

#### 39. Presupuesto asignado a la facultad para su adecuado funcionamiento (Presupuest)

**Description :**

Inversiones realizadas para garantizar el adecuado funcionamiento y desarrollo académico y administrativo de la facultad.

**Tema :**  
interna



40. Imagen de la facultad y del programa en la sociedad (ImagenFacu)

**Description :**

Imagen sustentada en la calidad de los egresados, la trayectoria de más de 50 años y el sello bolivariano.

**Tema :**

externa

41. Imagen de la UPB en la sociedad (ImagenUPB)

**Description :**

Imagen de la universidad, en cuanto a sus cualidades de confesional, acreditada y con una trayectoria de más de 70 años.

**Tema :**

externa

42. Demanda del programa (DemandaPro)

**Description :**

Cantidad de aspirantes, principalmente bachilleres interesados y disponibles para estudiar ingeniería mecánica en la Universidad Pontificia Bolivariana

**Tema :**

externa

43. Situación económica de los estudiantes potenciales del ingeniería mecánica (SituacSE)

**Description :**

Capacidad financiera de los aspirantes a estudiar ingeniería mecánica en la UPB

**Tema :**

externa

44. Necesidades del medio y demanda laboral (NecesiMedi)

**Description :**

Cantidad y características de ingenieros mecánicos que requiere la sociedad y el mundo

**Tema :**

externa

45. Condiciones de empleo del Ingeniero mecánico a nivel local (CondicEmpl)

**Description :**

Niveles salariales, estabilidad laboral, respeto y credibilidad de los ingenieros mecánicos en el medio laboral.

**Tema :**

externa

46. Tendencias nacionales y mundiales en ingeniería mecánica: (Tendencias)

**Description :**

Aspectos de la vanguardia del conocimiento aplicado de la ingeniería mecánica en un contexto externo, bien sea nacional o mundial.

**Tema :**

externa

47. Avances tecnológicos en ingeniería mecánica a nivel mundial (AvancesIM)

**Description :**

Últimos inventos y descubrimientos aplicados a la ingeniería mecánica, los cuales enmarcan la vanguardia del conocimiento relacionados al programa.

**Tema :**

externa

48. Nivel de desarrollo de la industria en Colombia (NivelDIIoI)

**Description :**

Desarrollos tecnológicos en la industria, crecimiento de diferentes sectores industriales, índices de competitividad de la industria colombiana.

**Tema :**

externa

49. Relaciones con otras universidades (RelacUnivs)

**Description :**

Enlaces de cooperación y ayuda de la Facultad con otros centros universitarios a nivel local y mundial

**Tema :**

externa

50. Relaciones con el sector productivo (RelacSecPr)

**Description :**

Enlaces de cooperación y ayuda de la Facultad con industrias, sectores, clusters y demás actores del aparato productivo del país

**Tema :**

externa

51. Relaciones internacionales (RelacInter)

**Description :**

Enlace de la Facultad con entes internacionales con el propósito de facilitar la movilidad de profesores y estudiantes y conseguir apoyo para el desarrollo de proyectos, vinculación a redes de cooperación, transferencia de conocimiento, movilidad de estudiantes y docentes.

**Tema :**

externa

52. Participación de la Facultad en eventos de carácter nacional e internacional con los temas del programa (ParticipEv)

**Description :**

Participación de la Facultad en diferentes eventos relacionados con la temática de la ingeniería mecánica

**Tema :**

externa

53. Mecanismos para el intercambio de servicios de extensión, investigación y docencia con agentes externos a la Universidad (MecanismSe)

**Description :**



Estructuras, estrategias, canales que buscan el intercambio de conocimiento entre la Universidad y la Facultad con el entorno. Incluye transferencia de conocimiento, cursos de extensión y actualización, servicios de investigación y consultoría.

**Tema :**  
externa

#### 54. Comportamiento macroeconómico del país (Macroecono)

**Description :**

PIB, crecimiento económico, inflación, devaluación, tasas de interés, IPC, y otros.

**Tema :**  
externa

#### 55. Tratados de libre comercio (TLC'S)

**Description :**

Convenios multilaterales para facilitar el intercambio comercial de productos y servicios

**Tema :**  
externa

#### 56. Políticas estatales hacia la educación superior (PolitEduSu)

**Description :**

Normativas y métodos que buscan fortalecer los centros académicos de educación superior. Apoyo del estado en el desarrollo de las universidades.

**Tema :**  
externa

#### 57. Política nacional de investigación y desarrollo (PolitNacl+)

**Description :**

Normativas y métodos del estado que buscan estimular los diferentes grupos de investigación en pro del desarrollo social y económico del país.

**Tema :**  
externa

#### 58. Inversión nacional en ciencia y tecnología (InverCienc)

**Description :**

Recursos económicos que el estado tiene destinado para que las universidades apoyen el desarrollo de la ciencia y la tecnología en sus distintas facultades

**Tema :**  
externa

#### 59. Inversión privada en la educación superior (InverPriva)

**Description :**

Recursos definidos por el sector privado para el desarrollo de la educación superior

**Tema :**  
externa

#### 60. Oferta de Maestrías y Doctorados relacionados con el programa en el país (OfertaMsc&)

**Description :**

Disponibilidad de programas de postgrados en el país que apoyen el conocimiento en el área de la ingeniería mecánica.

**Tema :**



externa

61. Cultura de innovación y emprendimiento (CulturaInn)

**Description :**

Capacidad generalizada de la comunidad para generar ideas de emprendimiento y generación de empresas.

**Tema :**

externa

62. Impactos positivos de egresados en medios local y nacional (ImpactoEgr)

**Description :**

Impacto sobre la transformación social y económica que tiene el egresado a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.

**Tema :**

externa

63. Integración de egresados al que hacer de la facultad (EgresFacu)

**Description :**

Vínculo del egresado con la facultad, participando en sus procesos de transformación y crecimiento, enriqueciéndola con sus experiencias y nutriéndose de sus conocimientos.

**Tema :**

externa

64. Tendencias en la educación superior (TenEdSup)

**Description :**

Implementación de nuevas metodologías pedagógicas. Auge de la formación por competencias, la virtualidad, la doble titulación, ciclos propedéuticos, ingenierías en cuatro años y otras.

**Tema :**

externa

Matrices de entrada

Matriz de Influencias Directas (MID)

La Matriz de Influencias Directas (MID) describe las relaciones de influencias directas entre las variables que definen el sistema.

	1 : Estudiante	2 : SelEstudia	3 : SociCulEst	4 : CompromEst	5 : ProcAdmEst	6 : CapAcademE	7 : MotivEstud	8 : RegimenDic	9 : EstimMrsE	10 : SancionDis	11 : EstudSemil	12 : Desercion	13 : Docentes	14 : RegDocente	15 : SelecDocen	16 : NivelForDo	17 : CondiLabor	18 : CapacPedag	19 : FugaDocent	20 : PlanEstudi	21 : 2a Lengua	22 : estrategia	23 : EstrAdmAca	24 : ComiteCurr	25 : AreasCoord	26 : ConsejoFac	27 : Eschngenie	28 : GruposInve	29 : Infraestr	30 : DotacUsoBi	31 : DotacUsoLa	32 : EspacioEst		
1 : Estudiante	0	1	3	2	0	2	2	1	0	0	2	2	1	0	0	0	2	2	1	1	1	3	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1		
2 : SelEstudia	3	0	P	P	0	0	1	0	0	0	P	3	1	0	0	P	P	2	P	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3 : SociCulEst	3	2	0	2	2	3	2	2	1	P	1	2	2	P	1	0	0	1	1	0	2	1	P	1	1	1	1	0	2	2	2	2		
4 : CompromEst	3	0	1	0	1	2	2	1	1	0	3	2	0	0	0	1	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2		
5 : ProcAdmEst	3	3	0	3	0	0	3	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	0	1	2	2	1	0	1	1	2	P	
6 : CapAcademE	3	2	2	2	0	0	3	1	3	2	2	3	1	P	P	P	1	2	1	1	3	1	0	1	1	1	3	2	P	2	3	P		
7 : MotivEstud	3	0	2	3	1	3	0	1	1	1	2	2	1	0	P	P	2	2	1	0	2	P	P	1	1	1	2	1	P	P	P	P		
8 : RegimenDic	3	1	0	1	2	1	1	0	3	3	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0		
9 : EstimMrsE	3	P	1	1	0	P	3	0	0	1	P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P	0	0	0	0	0	P	0	0	0	0		
10 : SancionDis	3	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11 : EstudSemil	2	0	1	2	1	2	2	0	1	1	0	P	1	0	0	0	1	1	0	0	2	P	0	0	0	0	1	2	0	1	1	P	P	
12 : Desercion	3	2	2	1	2	1	2	1	P	P	0	0	1	P	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1	1	
13 : Docentes	3	2	3	2	1	2	2	1	1	1	2	2	0	2	2	2	P	2	1	3	2	2	2	3	2	1	3	P	2	2	2	P		
14 : RegDocente	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	2	3	3	1	3	0	P	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	0		
15 : SelecDocen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	P	0	2	1	1	1	0	P	0	0	0	0	0	P	P	0	0	0	0		
16 : NivelForDo	3	P	3	2	0	2	2	0	0	0	0	2	3	P	2	0	3	2	3	3	3	2	0	2	3	2	3	3	1	2	2	0		
17 : CondiLabor	2	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	P	0	2	0	2	3	0	P	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
18 : CapacPedag	3	1	1	2	0	3	3	0	0	1	3	3	1	P	2	1	1	0	2	1	P	2	2	2	2	2	1	2	1	0	2	2	0	
19 : FugaDocent	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	1	2	P	1	1	3	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	
20 : PlanEstudi	3	P	2	3	1	3	3	0	0	0	1	2	2	0	3	1	1	P	1	0	2	1	1	2	3	1	2	2	2	3	3	2	2	
21 : 2a Lengua	2	P	1	1	P	2	1	0	P	0	2	P	2	P	3	3	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	1	0	
22 : estrategia	2	1	1	1	3	0	1	1	P	0	1	2	3	1	2	3	3	1	2	2	2	0	1	2	2	3	3	2	2	1	1	2	1	
23 : EstrAdmAca	3	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	1	0	1	3	1	2	0	3	2	1	2	1	1	1	1	2	0	
24 : ComiteCurr	2	1	0	P	2	1	1	0	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	0	3	3	1	0	1	1	1	1	1	P	1	1	0	0	
25 : AreasCoord	2	2	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	2	0	3	1	1	1	1	3	2	2	1	3	0	1	2	2	P	3	3	0	0	
26 : ConsejoFac	2	1	1	P	2	0	P	0	1	3	P	1	2	0	P	1	0	0	0	3	2	3	1	2	1	0	1	0	P	0	1	0	0	
27 : Eschngenie	2	2	0	1	3	1	1	1	2	1	1	2	3	1	3	2	1	0	1	2	1	2	2	1	1	2	0	2	1	1	1	1	1	
28 : GruposInve	3	1	2	2	0	2	3	0	1	0	3	1	3	P	3	3	2	1	2	3	P	2	0	3	3	1	2	0	1	3	3	0	0	
29 : Infraestr	2	3	2	2	3	2	3	0	1	0	1	1	2	0	2	1	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	3	3	3	0	
30 : DotacUsoBi	2	0	1	1	0	2	2	0	1	1	1	0	2	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	2
31 : DotacUsoLa	3	0	3	3	1	3	3	2	0	1	3	1	3	P	P	P	1	2	3	2	1	3	P	1	3	1	3	3	3	2	0	P	0	
32 : EspacioEst	3	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	64 : TenEstSup	63 : EgresFacu	62 : ImpactoEgr	61 : Culturalm	60 : OlerarMsc&	59 : InverPriva	58 : InverClenc	57 : PolitNacH	56 : PolitEducSu	55 : TIC'S	54 : Macroecono	53 : MecanismoSe	52 : Participev	51 : Relechner	50 : ReleacSecHr	49 : ReleacInvs	48 : NivelDial	47 : AvancesM	46 : Tendencias	45 : CondiEmpI	44 : NecesMedi	43 : SituacSE	42 : DemandaPro	41 : InagenUPB	40 : InagenFacu	39 : Presupuest	38 : Policala	37 : autov y a	36 : DesempTdeG	35 : DesempFac	34 : BienestarU	33 : ReclInorma				
1 : Estudiante	1	2	1	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	
2 : SelEstudia	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 : SociCulEst	2	3	2	2	1	2	2	3	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 : CompromEst	2	2	3	3	2	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 : ProcAdmEst	1	1	1	1	3	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 : CapAcademE	P	1	2	2	1	P	1	3	2	3	0	0	1	0	0	1	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 : MotivEstud	P	P	3	3	1	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 : RegimenDlc	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 : EstimMirsE	0	0	P	P	1	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 : SancionDis	0	1	0	0	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 : EstudSemil	P	0	2	3	1	0	1	2	1	P	0	0	0	0	0	P	2	P	P	2	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 : Desercion	0	2	1	1	1	0	3	2	1	2	0	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 : Docentes	P	1	2	2	2	P	P	3	3	2	0	1	1	2	P	2	3	3	3	2	2	P	0	1	1	1	1	P	2	P	2	2	2	2	2	
14 : RegDocente	0	1	0	0	2	0	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 : SelecDocen	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 : NivelForDo	1	0	1	3	2	2	2	3	3	1	0	P	0	2	P	2	3	3	3	3	1	P	0	P	0	P	2	2	2	1	P	P	1	P	1	
17 : CondiLabor	2	P	0	0	2	0	3	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18 : CapacPedag	1	1	2	3	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0	P	0	P	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
19 : FugaDocent	0	P	1	1	2	P	1	1	2	P	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0	1	P	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
20 : PlanEstudi	2	P	2	2	2	0	3	2	1	1	1	2	1	0	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 : 2a. lengua	1	0	3	2	1	1	0	3	1	P	0	0	P	0	0	P	3	1	3	3	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
22 : estrategia	1	2	2	2	3	3	2	1	2	2	0	0	0	0	0	1	3	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 : EstrAdmAca	0	0	2	2	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 : ComiteCurr	P	0	1	1	3	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 : AreasCoord	P	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 : ConsejoFac	0	1	1	0	2	0	0	1	0	P	0	0	0	0	0	0	1	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27 : Esclngenie	1	0	1	1	3	2	1	2	1	2	1	0	0	0	0	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28 : GruposInve	3	0	2	3	1	2	2	3	3	1	0	1	1	2	P	2	3	2	3	3	2	P	0	P	1	P	2	3	1	1	P	P	P	P	P	
29 : Infraestr	2	2	1	1	3	1	2	3	3	2	0	0	0	1	1	0	3	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 : DotacUsoBi	1	1	1	3	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31 : DotacUsoLa	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	2	0	2	3	3	2	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 : EspacioEst	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



American Council for  
The United Nations  
University  
The Millennium Project

El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	1 : Estudiame	2 : Seles,tudia	3 : SocCultEst	4 : CompromEst	5 : Poca,dmEst	6 : Cap,academE	7 : MotivEstud	8 : RegimenDidic	9 : EstimMyrSE	10 : SancionDis	11 : EstudSernil	12 : Desercion	13 : Docentes	14 : ReglDocente	15 : Seleccion	16 : NivelForDo	17 : CondiLabor	18 : OapacPedtag	19 : Fugaldocent	20 : PlanEstudf	21 : 2a Lengua	22 : estrategia	23 : EstrAdmAlca	24 : ConiteCurt	25 : AreasCoord	26 : Consepfac	27 : Escrigenie	28 : Grupos hve	29 : Hfreesir	30 : DotacUsobi	31 : DotacUsola	32 : EspacioEst	
33 : Reclnforma	3	0	2	1	2	1	1	0	0	0	2	0	3	0	0	2	2	3	1	2	2	2	0	2	2	1	2	2	3	3	3	2	
34 : BienestarU	2	3	2	2	2	2	2	0	2	0	1	2	2	0	1	0	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	
35 : DesempPrac	1	0	2	2	1	2	3	P	1	P	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	1	1	2	1	0	0	1	0
36 : DesempTdeG	1	0	2	2	2	2	3	P	2	P	3	3	3	0	0	0	1	1	0	2	2	1	0	2	1	1	1	2	1	2	3	1	
37 : autoev y a	2	1	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	0	2	1	3	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	
38 : Political+	1	3	1	3	3	2	3	1	3	1	3	2	2	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	2	3	3	
39 : Presupuest	1	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	
40 : ImagenFacu	3	P	1	3	0	1	3	P	P	2	1	1	2	P	2	3	P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	
41 : ImagenUPB	3	1	2	3	0	0	3	1	0	2	0	1	2	1	2	2	0	1	1	1	1	3	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
42 : DemandaPro	1	3	0	1	2	0	1	0	2	0	1	1	1	0	1	1	1	2	1	1	0	0	2	1	0	0	0	1	1	2	2	2	
43 : SituacSE	0	2	1	1	0	0	0	0	P	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
44 : NecesMedi	1	1	1	1	1	1	2	0	P	0	2	2	3	0	3	2	P	0	3	2	3	2	0	1	1	1	3	2	P	1	1	0	
45 : CondicEmpl	1	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	2	2	1	0	3	0	2	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	
46 : Tendencias	2	P	2	1	0	2	2	0	P	0	1	1	3	0	2	3	0	2	1	2	3	1	0	2	2	2	2	2	3	1	2	2	0
47 : AvancesIM	1	0	1	1	0	P	1	0	0	0	1	0	2	0	P	2	1	0	0	1	2	1	0	2	2	1	1	3	0	1	1	0	
48 : NivelDitol	2	P	2	2	0	P	2	0	0	2	1	3	0	1	2	2	1	2	2	3	2	0	2	2	1	1	P	2	2	3	0	0	
49 : RelacUnivs	2	0	2	2	1	1	2	P	P	0	1	P	2	0	0	2	1	1	0	P	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0
50 : RelacSecPr	1	0	1	1	0	1	2	0	P	0	1	P	3	P	P	P	P	P	2	P	1	3	0	1	1	1	1	2	3	P	1	1	0
51 : RelacInter	2	0	1	1	1	2	2	P	P	0	1	P	3	P	0	2	P	2	1	1	3	2	0	2	2	1	2	3	P	1	2	0	
52 : ParticipEv	1	3	0	1	2	0	1	0	2	0	1	1	0	1	1	2	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	0
53 : MecanismSe	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	P	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	3	2	0	1	0
54 : Macroecono	1	1	1	0	1	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	0	P	P	0	
55 : TLC'S	P	P	P	0	0	P	P	0	0	0	0	0	P	0	0	0	0	0	0	P	P	2	1	0	0	0	0	0	0	P	P	0	0
56 : PolitEduSu	2	0	P	0	1	0	0	1	1	1	P	P	2	P	0	3	P	P	0	3	3	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
57 : PolitNac+	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	2	0	3	P	1	2	2	1	1	1	2	2	0	0	1	0	1	3	0	3	3	1	0
58 : InverCienc	1	0	1	1	P	0	P	0	0	0	2	0	2	0	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	P	P	3	1	2	3	0
59 : InverPriva	2	1	1	2	1	P	2	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	0	0	3	0	P	1	1	1	2	P	2	2	0	
60 : OfertaMsc&	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2	0	2	1	2	3	2	2	2	1	1	2	P	0	1	P	1	2	1	1	2	0	
61 : Culturahn	1	0	1	P	0	0	1	0	0	0	P	0	1	0	0	0	0	0	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62 : ImpactoEgr	2	P	0	0	0	P	0	P	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	2	P	P	0	P	P	
63 : EgresFacu	1	0	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
64 : TenEdSup	2	1	1	1	1	2	2	P	P	P	P	2	2	0	0	1	1	2	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	1	3	2	3	1

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



American Council for  
The United Nations  
University  
The Millennium Project

El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica



Las influencias se puntúan de 0 a 3, con la posibilidad de señalar las influencias potenciales :

0 : Sin influencia

1 : Débil

2 : Media

3 : Fuerte

P : Potencial

Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP)

La Matriz de Influencias Directas Potenciales MIDP representa las influencias y dependencias actuales y potenciales entre variables. Completa la matriz MID teniendo igualmente en cuenta las relaciones visibles en un futuro.

	1 : Estudiante	2 : SelEstudia	3 : SociCulEst	4 : CompromEst	5 : ProcAdmEst	6 : CapAcademE	7 : MotivEstud	8 : RegimenDlc	9 : EstimMrsE	10 : SancionDis	11 : EstudSemil	12 : Desercion	13 : Docentes	14 : RegDocente	15 : SelecDocen	16 : NiveForDo	17 : CondiLabor	18 : CapacPedag	19 : FugaDocent	20 : PlanEstudi	21 : 2a Lengua	22 : estrategia	23 : EstrAdmAca	24 : ComiteCurr	25 : AreasCoord	26 : ConsejoFac	27 : Eschgenie	28 : GruposInve	29 : Infraestr	30 : DotacUsoBi	31 : DotacUsoLa	32 : EspacioEst
1 : Estudiante	0	1	3	2	0	2	2	1	0	0	2	2	1	0	1	0	0	2	1	1	1	3	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
2 : SelEstudia	3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	3	1	0	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 : SociCulEst	3	2	0	2	2	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	
4 : CompromEst	3	0	1	0	1	2	2	1	1	0	3	2	0	0	0	1	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	
5 : ProcAdmEst	3	3	0	3	0	0	3	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	0	1	2	2	1	0	1	2	
6 : CapAcademE	3	2	2	2	0	0	3	1	3	2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	3	1	0	1	1	1	1	3	2	1	2	3	
7 : MotivEstud	3	0	2	3	1	3	0	1	1	1	2	2	1	0	1	1	2	2	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
8 : RegimenDlc	3	1	0	1	2	1	1	0	3	3	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	2	1	1	2	2	0	0	0	0	
9 : EstimMrsE	3	1	1	1	0	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
10 : SancionDis	3	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11 : EstudSemil	2	0	1	2	1	2	2	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	
12 : Desercion	3	2	2	1	2	1	2	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	0	0	1	
13 : Docentes	3	2	3	2	1	2	2	1	1	1	2	2	0	2	2	2	1	2	1	3	2	2	2	3	3	2	1	3	1	2	2	
14 : RegDocente	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	2	3	1	3	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	0	
15 : SelecDocen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
16 : NiveForDo	3	1	3	2	0	2	2	0	0	0	0	2	3	1	2	0	3	2	3	3	3	2	0	2	3	3	1	2	0	0	0	
17 : CondiLabor	2	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	1	0	2	0	2	3	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
18 : CapacPedag	3	1	1	2	0	3	3	0	1	3	3	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	0	2	
19 : FugaDocent	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	1	2	1	1	1	3	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	
20 : PlanEstudi	3	1	2	3	1	3	3	0	0	1	2	2	0	3	1	1	1	1	0	2	1	1	2	3	1	2	2	2	3	3	2	
21 : 2a Lengua	2	1	1	1	1	2	1	0	1	0	2	1	2	2	1	3	3	2	1	2	0	1	0	0	0	0	1	3	0	2	1	
22 : estrategia	2	1	1	1	3	0	1	1	1	0	1	2	3	1	2	3	3	1	2	2	2	0	1	2	2	3	3	2	2	1	2	
23 : EstrAdmAca	3	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	1	0	1	3	1	2	0	3	2	1	2	1	2	1	1	2	
24 : ComiteCurr	2	1	0	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	0	3	3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
25 : AreasCoord	2	2	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	2	0	3	1	1	1	3	2	2	1	3	0	1	2	2	1	3	3	0	
26 : ConsejoFac	2	1	1	1	2	0	1	0	1	3	1	1	2	0	1	1	0	0	3	2	3	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	
27 : Eschgenie	2	2	0	1	3	1	1	1	2	1	1	2	3	1	3	2	1	0	1	2	1	2	2	1	1	2	0	2	1	1	1	
28 : GruposInve	3	1	2	2	0	2	3	0	1	0	3	1	3	1	3	3	2	1	2	3	1	2	0	3	3	1	2	0	1	3	0	
29 : Infraestr	2	3	2	2	3	2	3	0	1	0	1	1	2	0	2	1	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	3	0	3	3	0	
30 : DotacUsoBi	2	0	1	1	0	2	2	0	1	1	1	0	2	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
31 : DotacUsoLa	3	0	3	3	1	3	3	2	0	1	3	1	3	1	1	1	1	2	3	2	1	3	1	1	3	1	3	3	2	0	1	
32 : EspacioEst	3	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



American Council for  
The United Nations  
University  
The Millennium Project

El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica



	1 : Estudiame	2 : Seles,tudia	3 : SocCultEst	4 : CompromEst	5 : PocaAdmEst	6 : CapAcademe	7 : MotivEstud	8 : ReprimDidic	9 : EstimMysE	10 : SancionDis	11 : EstudSerril	12 : Desercion	13 : Docentes	14 : ReglDocente	15 : Seleccion	16 : NivelForDo	17 : CondiLabor	18 : OapacPedtag	19 : Fugaldocent	20 : PlanEstudf	21 : 2a Lengua	22 : estrategia	23 : EstrAdmAlca	24 : ConiteCurt	25 : AreasCoord	26 : Consepfac	27 : Escrigenie	28 : GruposIive	29 : Hftraestr	30 : DotacUsobi	31 : DotacUsola	32 : EspacioEst			
33 : Reclnforma	3	0	2	1	2	1	1	0	0	0	2	0	3	0	0	2	2	3	1	2	2	2	0	2	2	1	2	2	3	3	3	2			
34 : BienestarU	2	3	2	2	2	2	2	0	2	0	1	2	2	0	1	0	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3			
35 : DesempPrac	1	0	2	2	1	2	3	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	1	2	1	0	0	1	0			
36 : DesempTdeG	1	0	2	2	2	2	3	1	2	1	3	3	0	0	0	1	1	1	0	2	2	1	0	2	1	1	1	2	1	2	3	1			
37 : autoev y a	2	1	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	0	2	1	3	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1			
38 : Political+	1	3	1	3	3	2	3	1	3	1	3	2	2	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	2	3	3			
39 : Presupuest	1	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	1	3	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0		
40 : ImagenFacu	3	1	1	3	0	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	3	1	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	2	1			
41 : ImagenUPB	3	1	2	3	0	0	3	1	0	2	0	1	2	1	2	2	0	1	1	1	1	3	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2			
42 : DemandaPro	1	3	0	1	2	0	1	0	2	0	1	1	1	0	1	1	1	2	1	1	0	0	2	1	0	0	0	1	1	2	2	2			
43 : SituacSE	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
44 : NecesIMedi	1	1	1	1	1	1	2	0	1	0	2	2	3	0	3	2	1	0	3	2	3	2	0	1	1	1	1	3	2	1	1	1	0		
45 : CondicEmpl	1	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	2	2	1	0	3	0	2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0		
46 : Tendencias	2	1	2	1	0	2	2	0	1	0	1	1	3	0	2	3	0	2	1	2	3	1	0	2	2	2	2	2	3	1	2	2	0		
47 : AvancesIM	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0	1	2	1	0	0	1	2	1	0	2	2	1	1	3	0	1	1	0			
48 : NivelDilo	2	1	2	2	0	1	2	0	0	2	1	3	0	1	2	2	1	2	2	3	2	0	2	2	1	1	1	1	2	2	3	0			
49 : RelacUnivs	2	0	2	2	1	1	2	1	1	0	1	2	0	0	2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0		
50 : RelacSecPr	1	0	1	1	0	1	2	0	1	0	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	3	0	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1		
51 : RelacInter	2	0	1	1	1	2	2	1	0	1	1	3	1	0	2	1	1	3	2	0	2	2	1	3	2	0	2	2	1	2	3	1	1	2	0
52 : ParticipEv	1	3	0	1	2	0	1	0	2	0	1	1	1	0	1	1	2	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	
53 : MecanismSe	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	1	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	3	2	0	1	0	0		
54 : Macroecono	1	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0		
55 : TLC'S	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
56 : PolitEduSu	2	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	2	1	0	3	1	1	0	3	3	3	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
57 : PolitNac+	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	2	0	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	0	0	1	0	1	3	0	3	3	1	0		
58 : InverCienc	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	2	0	2	0	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	1	3	1	2	3	0	0		
59 : InverPriva	2	1	1	2	1	1	2	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	0	0	3	0	1	1	1	1	2	1	2	2	0	0		
60 : OfertaMsc&	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2	0	2	1	2	3	2	2	2	1	1	2	1	0	1	1	1	1	2	1	1	2	0	0	
61 : Culturahn	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
62 : ImpactoEgr	2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	1	1	0	1	
63 : EgresFacu	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
64 : TenEdSup	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1	2	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	1	3	2	3	1	0	

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



American Council for  
The United Nations  
University  
The Millennium Project

El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	33: Reclnforma	34: BienstarU	35: DesempPrac	36: DesempTdeG	37: autoev y a	38: Politicah	39: Presupuest	40: ImagenFacu	41: ImagenUPB	42: DemandaPro	43: SituacSE	44: NecesMedi	45: CondicEmpl	46: Tendencias	47: AvancesM	48: NivelDloli	49: RelacUnivs	50: RelacSecPr	51: RelacInter	52: ParticipEv	53: MecanismSe	54: Macroecono	55: TLC'S	56: PolitEduSu	57: PolitNacH	58: InverCienc	59: InverPriva	60: OfertaMsc&	61: Culturalrh	62: ImpactoEgr	63: EgresFacu	64: TenEdSup	
33: Reclnforma	0	1	2	3	3	3	3	2	2	2	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	
34: BienstarU	2	0	1	1	3	3	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
35: DesempPrac	0	1	0	1	1	0	0	3	2	1	0	1	1	0	0	1	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	
36: DesempTdeG	0	1	2	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1		
37: autoev y a	1	1	0	0	0	1	1	3	2	2	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	
38: Politicah	2	3	1	1	3	0	2	3	3	3	0	1	1	0	0	1	2	2	2	2	3	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	
39: Presupuest	2	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
40: ImagenFacu	1	0	1	1	2	1	1	0	2	3	0	1	1	1	0	1	3	3	3	3	2	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	1	
41: ImagenUPB	2	1	1	1	3	2	0	3	0	3	0	0	1	1	0	1	3	3	3	3	2	0	0	1	0	1	1	1	2	2	1	0	
42: DemandaPro	2	2	0	0	2	1	3	1	0	0	2	1	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
43: SituacSE	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
44: NecesMedi	0	1	2	1	3	3	1	1	1	3	0	0	3	2	0	2	1	3	2	1	2	2	0	1	1	1	1	1	2	0	2	2	
45: CondicEmpl	0	0	2	1	1	1	0	1	1	2	1	3	0	1	1	2	1	2	1	0	2	0	0	0	0	1	2	2	1	1	0	0	
46: Tendencias	1	1	2	2	1	2	1	1	0	2	0	3	1	0	2	2	1	2	2	2	2	0	1	1	1	1	1	2	2	0	1	1	
47: AvancesM	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	2	3	0	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	1	1	1	2	1	0	1	0
48: NivelDloli	2	1	3	2	1	3	1	1	3	1	3	3	3	1	0	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	1	1	1	
49: RelacUnivs	1	0	0	2	1	1	0	2	2	1	0	0	0	1	0	1	0	2	2	1	2	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	
50: RelacSecPr	1	1	3	2	1	1	1	3	2	2	1	2	2	1	1	3	1	0	2	2	3	1	0	1	0	1	2	1	1	1	3	1	
51: RelacInter	1	0	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	0	2	2	0	1	1	0	0	2	1	1	1	1	1	
52: ParticipEv	2	2	0	0	2	1	3	1	0	0	2	1	2	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	
53: MecanismSe	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	2	2	2	2	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	
54: Macroecono	1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	2	2	0	3	1	2	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	0	
55: TLC'S	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	2	1	0	2	1	2	2	0	0	2	0	1	1	1	1	1	1	2	0	0	1	
56: PolitEduSu	0	1	0	0	3	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	2	0	0	1	1	1	3	1	1	0	0	0	
57: PolitNacH	0	0	0	1	1	3	1	0	0	1	0	1	2	2	1	2	3	2	3	3	2	1	1	1	1	0	2	2	2	0	1	1	
58: InverCienc	3	0	0	2	0	2	0	1	1	1	1	1	3	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	2	3	2	2	1	1
59: InverPriva	0	1	1	1	2	2	1	2	1	0	2	1	2	2	1	0	1	0	0	2	1	0	1	0	1	2	1	0	2	1	1	2	2
60: OfertaMsc&	2	0	0	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	0	2	2	2	2	
61: Culturalrh	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	2	2	1	0	2	0	1	0	0	1	2	2	0	1	0	1	1	1	0	2	1	0	
62: ImpactoEgr	0	0	2	1	1	0	3	3	2	0	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	0	1	0
63: EgresFacu	0	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
64: TenEdSup	3	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



American Council for  
The United Nations  
University  
The Millennium Project

El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

Las influencias se puntúan de 0 à 3 :

0 : Sin influencia

1 : Débil

2 : Media

3 : Fuerte

#### Resultados del estudio

##### Influencias directas

##### Estabilidad a partir de MID

Demuestra que toda la matriz debe converger hacia una estabilidad al final de un cierto número de iteraciones (generalmente 4 ó 5 para una matriz de 30 variables), es interesante poder seguir la evolución de esta estabilidad en el curso de multiplicaciones sucesivas. En ausencia de criterios matemáticamente establecidos, ha sido elegido para apoyarse sobre un número determinado de iteraciones.

ITERACION	INFLUENCIA	DEPENDENCIA
1	97 %	102 %
2	100 %	101 %
3	100 %	100 %
4	100 %	100 %
5	100 %	100 %
6	100 %	100 %

##### Plano de influencias / dependencias directas

Este plano se determina a partir de la matriz de influencias directas MID.

Plano de influencias / dependencias directas

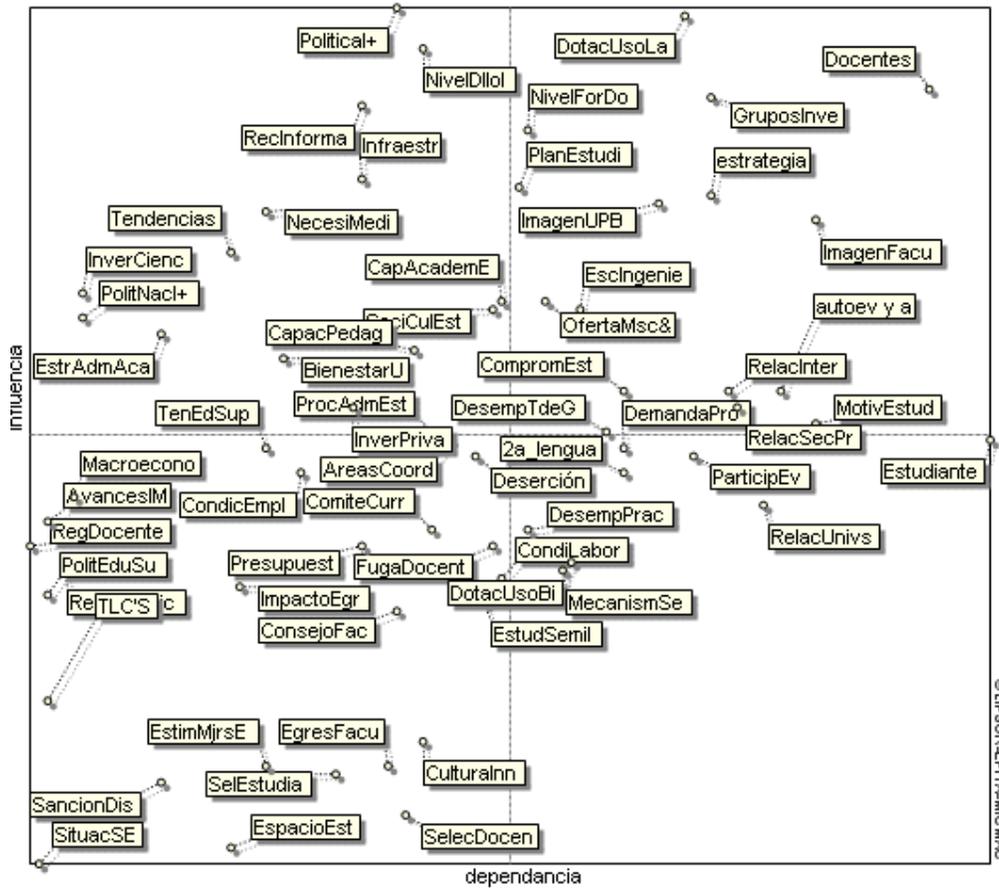
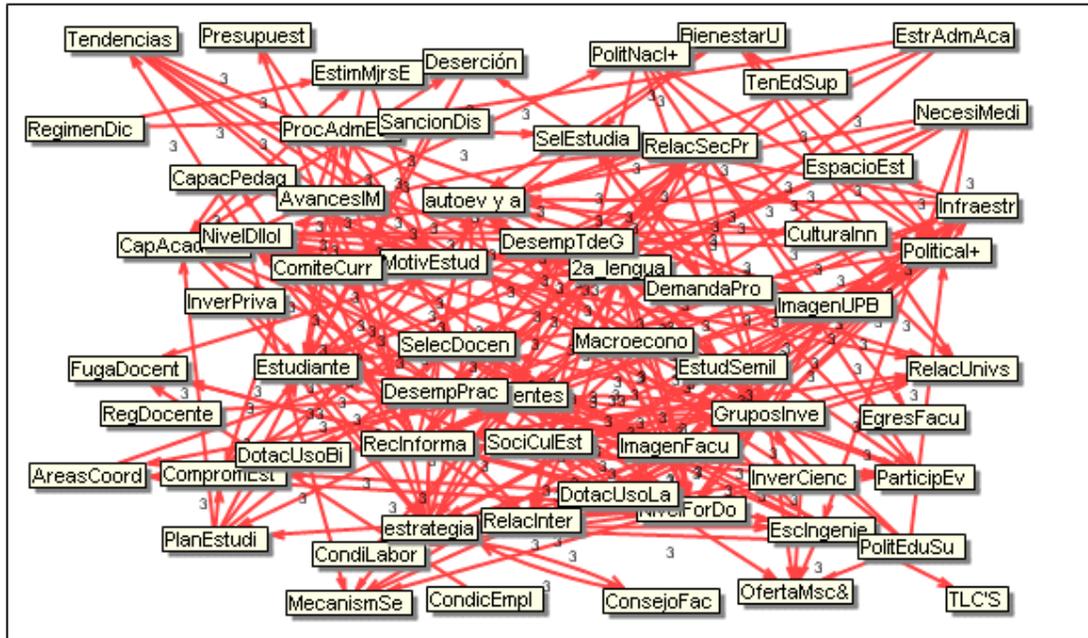


Gráfico de influencias directas

Este gráfico se determina a partir de la matriz de influencias directas MID.

Gráfico de influencias directas



- Influencias más débiles
- Influencias débiles
- Influencias medias
- Influencias relativamente importantes
- Influencias más importantes

Influencias directas potenciales

Estabilidad a partir de MIDP

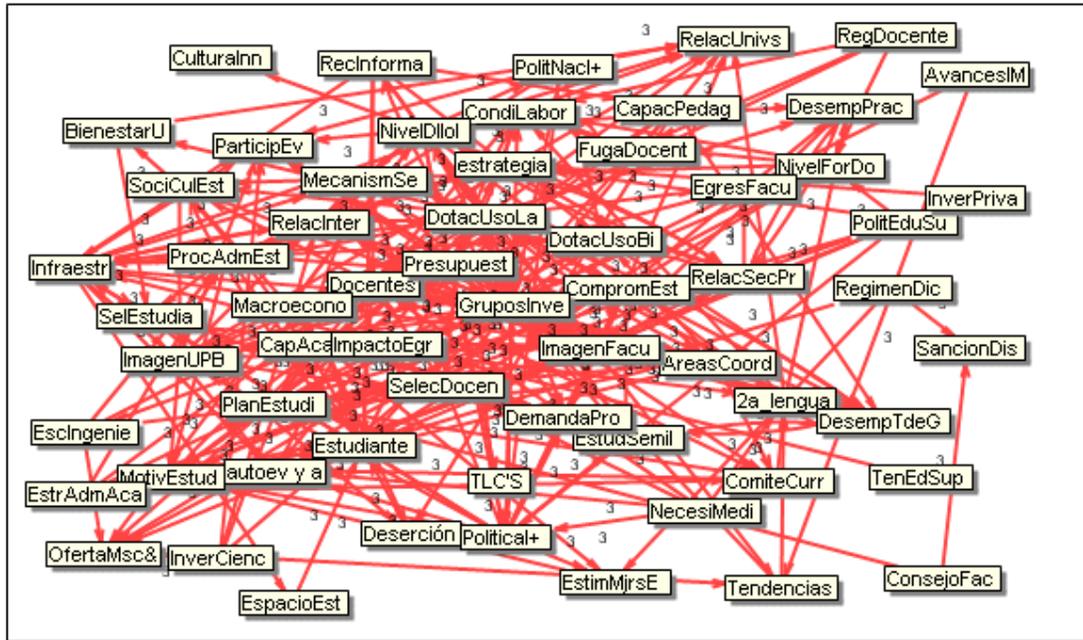
Demuestra que toda matriz debe converger hacia una estabilidad al final de un cierto número de iteraciones (generalmente 4 ó 5 para una matriz de 30), es interesante poder seguir la evolución de esta estabilidad después de multiplicaciones sucesivas. En ausencia de criterios matemáticamente establecidos, se elige apoyarse en un número de permutaciones (tri à bulles) necesarios en cada iteración para clasificar, la influencia y la dependencia, del conjunto de variables.

ITERACION	INFLUENCIA	DEPENDENCIA
1	95 %	102 %
2	99 %	101 %
3	100 %	100 %
4	100 %	100 %
5	100 %	100 %
6	100 %	100 %

Gráfico de influencias directas potenciales

Este gráfico se determina a partir de la matriz de influencias directas potenciales MIDP.

Gráfico de influencias directas potenciales



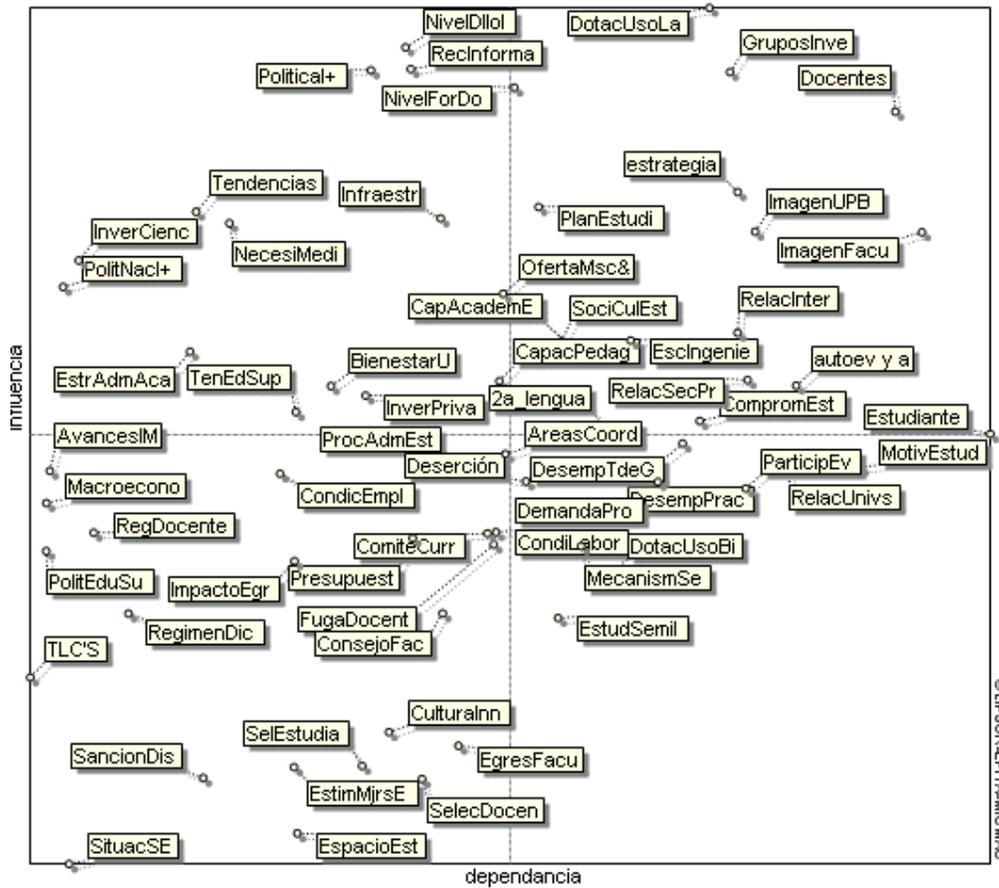
- ..... Influencias más débiles
- Influencias débiles
- Influencias medias
- Influencias relativamente importantes
- Influencias más importantes

Influencias indirectes

65. Plano de influencias / dependencias indirectas

Este plano se determina a partir de la matriz de influencias indirectas MII.

Plano de influencias / dependencias indirectas



Influencias indirectas potenciales

Matriz de Influencias Indirectas Potenciales (MIIP)

La Matriz de Influencias Indirectas Potenciales (MIIP) corresponde a la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP) elevada a la potencia, por iteraciones sucesivas. A partir de esta matriz, una nueva clasificación de las variables pone en valor las variables potencialmente más importantes del sistema.

	1 : Etudiante	2 : SelEstudia	3 : SocCulEst	4 : CompromEst	5 : ProcAdmEst	6 : CapAcademE	7 : MotivEstud	8 : RegimenDc	9 : EstimMrsE	10 : SancionDs
1 : Estudiante	183127200000	82077980000	107503300000	136030200000	903519600000	111887700000	162090200000	40172360000	76594660000	49076060000
2 : SelEstudia	771680400000	345869400000	453006000000	573217400000	380734000000	471482200000	683029700000	169282900000	322761600000	206804100000
3 : SocCulEst	217213200000	973554600000	127512400000	161349500000	1071694000000	132712800000	192259400000	476500300000	908513400000	582114300000
4 : CompromEst	184181100000	825506800000	108121700000	136813000000	908719900000	112531200000	163022900000	404037200000	770357400000	493587200000
5 : ProcAdmEst	167361000000	750115700000	982477700000	124318700000	825731600000	102254700000	148134900000	367138200000	700002600000	448510600000
6 : CapAcademE	239937100000	1075404000000	1408543000000	178230000000	1183811000000	1465991000000	2123758000000	526342200000	1003563000000	642991300000
7 : MotivEstud	199066400000	892221000000	1168601000000	1478700000000	9821604000000	1216262000000	1761983000000	4366891000000	8326141000000	5334757000000
8 : RegimenDc	1120578000000	5022448000000	6578128000000	8323803000000	5528735000000	6846392000000	9918301000000	2458239000000	4686880000000	3003158000000
9 : EstimMrsE	961988900000	4311668000000	5647324000000	7145848000000	4746303000000	5877654000000	8514875000000	2110281000000	4023621000000	2577967000000
10 : SancionDs	595991200000	2671252000000	3498663000000	4427115000000	2940521000000	3641343000000	5275181000000	1307437000000	2492777000000	1597251000000
11 : EstudSemil	1527047000000	6844270000000	8964529000000	11343220000000	7534212000000	9330158000000	13516450000000	33498210000000	63870590000000	40921860000000
12 : Desercion	1704438000000	7639312000000	10005830000000	12660890000000	84094190000000	104139400000000	150864800000000	373896100000000	712896600000000	456761200000000
13 : Docentes	3269738000000	14655010000000	19195170000000	24288330000000	161323800000000	199781300000000	289418600000000	717260600000000	1367606000000000	876205500000000
14 : RegDocente	14153960000000	63438050000000	83091730000000	105138600000000	698333800000000	864811500000000	1252828000000000	3104853000000000	5920051000000000	3792883000000000
15 : SelecDocen	6853424000000	30717010000000	40234250000000	50908930000000	338138100000000	418756900000000	606637700000000	1503357000000000	2866538000000000	1836450000000000
16 : NivelForDo	32763260000000	146845300000000	192339400000000	243372900000000	1616488000000000	2001852000000000	2900031000000000	7187019000000000	13703640000000000	8779597000000000
17 : CondilLabor	14590750000000	65395870000000	85656390000000	108383500000000	719886200000000	891504100000000	1291498000000000	3200663000000000	6102766000000000	3909906000000000
18 : CapacPedaq	20904290000000	93693450000000	122717500000000	155280900000000	1031384000000000	1277225000000000	1850296000000000	4585726000000000	8743426000000000	5602060000000000
19 : FugaDocent	150319500000000	673732300000000	882458100000000	1116605000000000	7416517000000000	9184551000000000	13305430000000000	32974500000000000	62872810000000000	40281580000000000
20 : PlanEstudi	271615400000000	1217385000000000	1594527000000000	2017617000000000	13401080000000000	16595650000000000	24041770000000000	59582710000000000	113606300000000000	72786510000000000
21 : 2a lengua	224696700000000	1007094000000000	13191040000000000	16690990000000000	110861900000000000	137291100000000000	198890200000000000	492898400000000000	939823400000000000	602117800000000000
22 : estrategia	2703469000000000	12116980000000000	15870740000000000	20081920000000000	133384800000000000	165181000000000000	239294000000000000	593045500000000000	1130755000000000000	7244716000000000000
23 : EstrAdmAca	2078976000000000	9318005000000000	12204580000000000	15443030000000000	102573300000000000	127023700000000000	184016700000000000	456056700000000000	869552000000000000	5571293000000000000
24 : ComiteCurr	1529387000000000	6854737000000000	8978220000000000	11360580000000000	75457540000000000	934441300000000000	1353706000000000000	3354972000000000000	6396815000000000000	4098517000000000000
25 : AreasCoord	1818897000000000	8152321000000000	10677840000000000	135111400000000000	897414300000000000	1111133600000000000	1609969000000000000	3990038000000000000	7607729000000000000	4874300000000000000
26 : ConsejoFac	12730420000000000	57057960000000000	74732940000000000	94563820000000000	628098700000000000	777809300000000000	1126799000000000000	2792653000000000000	5324611000000000000	34116110000000000000
27 : EschIngenie	21238040000000000	95189160000000000	124678400000000000	157760600000000000	1047852000000000000	1297640000000000000	1879860000000000000	4658870000000000000	8883036000000000000	56913240000000000000
28 : GruposInve	33319930000000000	149340400000000000	195607500000000000	247508000000000000	1643955000000000000	2035865000000000000	2949305000000000000	7309138000000000000	13936490000000000000	89287730000000000000
29 : Infraestr	25806340000000000	115664700000000000	151496500000000000	191695000000000000	1273245000000000000	1576756000000000000	2284218000000000000	5661012000000000000	10793810000000000000	69155550000000000000
30 : DotacUsoBi	125500000000000000	562494800000000000	736738700000000000	932236500000000000	6191967000000000000	7667859000000000000	11108340000000000000	27530760000000000000	52491780000000000000	336323800000000000000
31 : DotacUsoLa	350400700000000000	1570502000000000000	2057031000000000000	2602848000000000000	17288210000000000000	21409330000000000000	31015280000000000000	76865610000000000000	146559000000000000000	938998700000000000000
32 : EspacioEst	2483433000000000000	11130910000000000000	14578140000000000000	18447200000000000000	122527900000000000000	151725700000000000000	219806300000000000000	5448119000000000000000	10387090000000000000000	66560250000000000000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	11 : EstudSemil	12 : Deserción	13 : Docentes	14 : RegDocente	15 : Seleccion	16 : NvelForDo	17 : CondiLabor	18 : CapacPedag	19 : FugaDocent	20 : PlanEstudi
1 : Estudiante	110852100000	109032200000	168282600000	46334520000	985650900000	109143100000	106551900000	100473400000	97625600000	106335500000
2 : SelEstudia	467115300000	459450800000	709117700000	195247900000	415339900000	459910800000	448992500000	423383000000	411377600000	448084000000
3 : SociCulEst	131483800000	129326500000	199602100000	549580300000	1169095000000	1294554000000	1263821000000	1191741000000	1157944000000	1261262000000
4 : CompromEst	1114895000000	1096599000000	1692495000000	466007000000	991314300000	1097698000000	1071640000000	1010511000000	9818649000000	1069464000000
5 : ProcAdmEst	1013081000000	996451000000	1537937000000	423452800000	900788700000	997459600000	973778200000	918231000000	8921999000000	971804100000
6 : CapAcademE	1452429000000	1428567000000	2204924000000	607098300000	1291450000000	1430058000000	1396105000000	1316433000000	1279152000000	1393256000000
7 : MotivEstud	1205003000000	1185223000000	1829294000000	503673600000	1071439000000	1186425000000	1158258000000	1092183000000	1061228000000	1155905000000
8 : RegimenDc	678292700000	667117200000	1029688000000	283513000000	603102500000	667815200000	651961900000	614798700000	5973397000000	650652600000
9 : EstimMrsE	5823278000000	5727605000000	8840312000000	2434068000000	5177867000000	5733604000000	5597467000000	5278026000000	5128576000000	5586040000000
10 : SancionDis	3607595000000	3548464000000	5476552000000	1507905000000	3207691000000	3551878000000	3467567000000	3269877000000	3177055000000	3460590000000
11 : EstudSemil	9243877000000	9091938000000	14033140000000	3863840000000	8219354000000	9101577000000	8885468000000	8378293000000	8141165000000	8867277000000
12 : Deserción	10317590000000	10148070000000	15663100000000	4312642000000	9174067000000	10158710000000	9917490000000	9351536000000	9086701000000	9897266000000
13 : Docentes	19793490000000	19467830000000	30048810000000	8273553000000	17599900000000	19489160000000	19026350000000	17939910000000	17432610000000	18987230000000
14 : RegDocente	8568187000000	8427180000000	13007520000000	3581462000000	7618645000000	8436487000000	8236126000000	7765808000000	7546228000000	8219205000000
15 : Seleccion	41489160000000	40805110000000	62986680000000	17342600000000	36891890000000	40852940000000	39882540000000	37603200000000	36541980000000	39799730000000
16 : NivelForDo	198335700000000	195070700000000	301097800000000	82903460000000	176535600000000	195287900000000	190650200000000	179761400000000	174680700000000	190257300000000
17 : CondiLabor	883266900000000	868726700000000	1340909000000000	369201500000000	785383500000000	896952000000000	849040500000000	800548900000000	777921600000000	847292300000000
18 : CapacPedag	1265405000000000	1244624000000000	1920997000000000	528922500000000	1125150000000000	1245906000000000	1216325000000000	1146925000000000	1114432000000000	1213850000000000
19 : FugaDocent	9099665000000000	8949920000000000	13814370000000000	3803614000000000	8091221000000000	8959796000000000	8747001000000000	8247513000000000	8014321000000000	8729016000000000
20 : PlanEstudi	16442230000000000	16171810000000000	24961130000000000	6872723000000000	14619990000000000	16189330000000000	15804880000000000	14902540000000000	14480980000000000	15772440000000000
21 : 2a lengua	13602300000000000	13378340000000000	20650000000000000	5685709000000000	12094900000000000	13393330000000000	13075260000000000	12328410000000000	11980070000000000	13048260000000000
22 : estrategia	163653500000000000	160962600000000000	248443700000000000	684059800000000000	1455162000000000000	1611356000000000000	1573091000000000000	1483291000000000000	1441317000000000000	1569872000000000000
23 : EstrAdmAca	1258486000000000000	1237805000000000000	1910506000000000000	5260354000000000000	11190070000000000000	12391090000000000000	12096870000000000000	11406490000000000000	11083510000000000000	12072200000000000000
24 : ComiteCurr	9257950000000000000	9105846000000000000	14054450000000000000	38697230000000000000	82318520000000000000	91153630000000000000	88989220000000000000	83911110000000000000	81534470000000000000	88808010000000000000
25 : AreasCoord	110105700000000000000	108295800000000000000	1671516000000000000000	460231100000000000000	979025800000000000000	1084108000000000000000	1058365000000000000000	997957200000000000000	969707000000000000000	1056204000000000000000
26 : ConsejoFac	770608800000000000000	757957800000000000000	1169849000000000000000	3221040000000000000000	6851953000000000000000	7587301000000000000000	7407164000000000000000	6984602000000000000000	6786626000000000000000	7392135000000000000000
27 : EschIngenie	12856400000000000000000	12644980000000000000000	195174500000000000000000	537389400000000000000000	1143158000000000000000000	1265864000000000000000000	1235803000000000000000000	1165254000000000000000000	1132283000000000000000000	1233273000000000000000000
28 : GruposInve	2017056000000000000000000	1983853000000000000000000	30621350000000000000000000	84311960000000000000000000	17935250000000000000000000	19860580000000000000000000	19388940000000000000000000	18281570000000000000000000	17764870000000000000000000	19348970000000000000000000
29 : Infraestr	15621770000000000000000000	15364930000000000000000000	237154900000000000000000000	652975200000000000000000000	1389042000000000000000000000	1538136000000000000000000000	1501613000000000000000000000	1415894000000000000000000000	1375829000000000000000000000	1498538000000000000000000000
30 : DotacUsoBi	759689900000000000000000000	747217100000000000000000000	1153272000000000000000000000	3175382000000000000000000000	6754836000000000000000000000	7479783000000000000000000000	7302210000000000000000000000	6885596000000000000000000000	6690487000000000000000000000	7287340000000000000000000000
31 : DotacUsoLa	21211360000000000000000000000	20862610000000000000000000000	322011000000000000000000000000	886615400000000000000000000000	1886053000000000000000000000000	2088497000000000000000000000000	2038904000000000000000000000000	1922512000000000000000000000000	1868111000000000000000000000000	2034726000000000000000000000000
32 : EspacioEst	1503165000000000000000000000000	1478599000000000000000000000000	22818390000000000000000000000000	62827710000000000000000000000000	133650500000000000000000000000000	147987200000000000000000000000000	144475500000000000000000000000000	136248100000000000000000000000000	132370700000000000000000000000000	1441889000000000000000000000000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica



	31 : DotacUsola	32 : EspacioEst	33 : RecInoma	34 : BienestarU	35 : DesempPrae	36 : DesempTdeG	37 : autoev y a	38 : Politecah	39 : Presupuest	40 : InagenFacu
1 : Estudiante	138693800000	71269620000	93639110000	77745100000	117596700000	130815100000	149563100000	84740300000	92385050000	170701000000
2 : SelEstudia	584438800000	300325900000	394584900000	327609400000	495537500000	551238600000	630242300000	357079000000	389299300000	719317200000
3 : SociCulEst	164507600000	845361600000	111067500000	922161400000	1394841000000	1551626000000	1774010000000	1005106000000	1095800000000	2024739000000
4 : CompromEst	139491200000	716804300000	941776200000	781928600000	1182732000000	1315672000000	1504236000000	852272100000	929163500000	1718835000000
5 : ProcAdmEst	126752800000	651338900000	855772100000	710516900000	1074720000000	1195524000000	1366864000000	774439600000	844310500000	1560047000000
6 : CapAcademE	181722400000	933777800000	1226897000000	1018632000000	1540795000000	1713990000000	1959617000000	1110329000000	1210465000000	2236564000000
7 : MotivEstud	150765400000	774730100000	1017893000000	845119700000	1278321000000	1422010000000	1625808000000	921159500000	1004261000000	1855585000000
8 : RegimenDc	848655300000	436120700000	572972600000	475731800000	719567400000	800449000000	915184900000	518489700000	565298800000	1044536000000
9 : EstimMrsE	728587100000	374383100000	491905300000	408404300000	617757500000	687196800000	785677400000	445170000000	485317400000	896713900000
10 : SancionDis	451369100000	231955000000	304743200000	253023600000	382711800000	425729200000	486752000000	275768800000	300661800000	555549000000
11 : EstudSemil	1156557000000	594286100000	780847600000	648295300000	980653200000	1090855000000	1247175000000	706672200000	770390300000	1423432000000
12 : Desercion	1290898000000	663324500000	871548700000	723602300000	1094532000000	1217566000000	1392051000000	788741000000	859876100000	1588783000000
13 : Docentes	2476484000000	1272470000000	1671989000000	1388133000000	2099761000000	2335796000000	2670486000000	1513200000000	1649596000000	3047878000000
14 : RegDocente	1072019000000	5508202000000	7237693000000	6008897000000	9089420000000	10111190000000	11559940000000	6550341000000	7140743000000	13193570000000
15 : SelecDocen	519097100000	266701300000	350464700000	290953000000	440127200000	489605700000	559744700000	317199600000	345769700000	638842400000
16 : NivelForDo	2481498000000	1275022000000	1675373000000	1390928000000	2104009000000	2340523000000	2675873000000	1516284000000	1652933000000	3054022000000
17 : CondILabor	1105110000000	567816000000	746109300000	619434400000	936997000000	1042327000000	1191671000000	675260700000	736115200000	1360076000000
18 : CapacPedag	1583226000000	8135492000000	10689140000000	8874735000000	13423950000000	14932880000000	17072930000000	9673443000000	10545990000000	19485830000000
19 : FugaDocent	1138516000000	5849893000000	7686652000000	6381639000000	9653244000000	10738380000000	12277000000000	6956662000000	7583690000000	14011980000000
20 : PlanEstudi	2057188000000	10570410000000	13889050000000	11531170000000	17442520000000	19403210000000	22183540000000	12569880000000	13703030000000	25318550000000
21 : 2a lengua	1701865000000	8744320000000	11490060000000	9539260000000	14429760000000	16051820000000	18351680000000	10399110000000	11336170000000	20945070000000
22 : estrategia	2047573000000	10521080000000	13824140000000	11477290000000	17360980000000	19312530000000	22079890000000	12510960000000	13638980000000	25200300000000
23 : EstrAdmAca	1574571000000	8090830000000	10630700000000	8826079000000	13350510000000	14851220000000	16979450000000	9620684000000	10488310000000	19379100000000
24 : ComiteCurr	11583200000000	59520010000000	78203860000000	64928680000000	98211990000000	109251800000000	124908200000000	70773310000000	77156380000000	142561300000000
25 : AreasCoord	13776010000000	70786370000000	93008410000000	77219410000000	116804300000000	129934100000000	148553500000000	84172600000000	91762610000000	169547800000000
26 : ConsejoFac	96415730000000	49544320000000	65095080000000	54045840000000	81749410000000	90938610000000	103971600000000	58908700000000	64223200000000	118666000000000
27 : EschIngenie	160854600000000	82651820000000	108600600000000	90163820000000	136385400000000	151716600000000	173456500000000	98284800000000	107146000000000	197969800000000
28 : GruposInve	252366000000000	129668700000000	170383800000000	141456300000000	213975900000000	238029000000000	272133900000000	154204800000000	168101700000000	310591400000000
29 : Infraestr	1954535000000000	1004309000000000	13196000000000000	10955840000000000	16572160000000000	18434990000000000	21076680000000000	11942520000000000	13019260000000000	24055310000000000
30 : DotacUsoBi	9504931000000000	4884223000000000	6417254000000000	5328013000000000	8059122000000000	8964991000000000	10249800000000000	5807458000000000	6331310000000000	11698420000000000
31 : DotacUsoLa	2653884000000000	1363656000000000	1791763000000000	1487593000000000	2250182000000000	2503120000000000	2861807000000000	1621566000000000	1767766000000000	3266248000000000
32 : EspacioEst	1880710000000000	9665814000000000	12697760000000000	10543290000000000	15946570000000000	17738830000000000	20282070000000000	11489570000000000	12527690000000000	23149000000000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



American Council for  
The United Nations  
University  
The Millennium Project

El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	41 : Ingeniería	42 : DemandaRo	43 : SituacSE	44 : NecesidMedi	45 : CondiEmpI	46 : Tendencias	47 : AvancesIM	48 : NivelDici	49 : RelacUnivs	50 : RelacSecP
1 : Estudiante	140139300000	131017400000	23153640000	53972310000	65873430000	54017470000	32263640000	91484240000	151614900000	146776500000
2 : SelEstudia	59053270000	55208960000	9756554000	22742450000	27757470000	22761820000	13595230000	38549610000	63888680000	61849420000
3 : SociCulEst	166223200000	155403200000	27462820000	64015540000	78132030000	64069580000	38267810000	108509300000	179833700000	174093900000
4 : CompromEst	140945700000	131771400000	23286860000	54282170000	66251740000	54327500000	32448800000	92099680000	152486600000	147620300000
5 : ProcAdmEst	128074000000	119737100000	21160110000	49324810000	60201370000	49366390000	29485660000	83607230000	138561400000	134139300000
6 : CapAcademE	183614600000	171663100000	30337340000	70720340000	86312890000	70778680000	42274260000	119869800000	198651800000	192313700000
7 : MotivEstud	152336900000	142421000000	25168940000	58669910000	71606790000	58718990000	35071730000	99446780000	164811200000	159551600000
8 : RegimenDc	85751920000	80169420000	14167020000	33021150000	40304030000	33049890000	19740560000	55974690000	92772250000	89809970000
9 : EstimMrsE	73617330000	68825630000	12163300000	28354370000	34605880000	28377670000	16949240000	48060010000	79646280000	77105250000
10 : SancionDis	45608200000	42639180000	7534975000	17563160000	21436590000	17578340000	10499400000	29771280000	49342140000	47766840000
11 : EstudSemil	116859400000	109253500000	19308190000	45011080000	54934510000	45047610000	26905660000	76291670000	126430200000	122397100000
12 : Deserción	130434000000	121943900000	21550580000	50237260000	61313700000	50278860000	30030390000	85151530000	141116100000	136613500000
13 : Docentes	250222700000	233936700000	41344150000	96384970000	117632600000	96462510000	57613760000	163364700000	270718800000	262084400000
14 : RegDocente	108315800000	101265700000	17896980000	41723220000	50920850000	41756940000	24939980000	70717480000	117188600000	113450800000
15 : SelecDocen	52447850000	49034240000	8666413000	20205680000	24658900000	20221490000	12077300000	34245270000	56745190000	54936150000
16 : NivelForDo	250727800000	234409000000	41428180000	96583200000	117873200000	96660220000	57731440000	163698400000	271266600000	262615800000
17 : CondiLabor	111658700000	104391400000	18449560000	43012180000	52493560000	43046560000	25710090000	72901270000	120805700000	116953100000
18 : CapacPedag	159971900000	149559200000	26430700000	61612410000	75197510000	61663580000	36830330000	104433200000	173072300000	167549600000
19 : FugaDocent	115034800000	107547500000	19007200000	44311470000	54079500000	44347070000	26486960000	75104050000	124457700000	120488200000
20 : PlanEstudi	207858200000	194329500000	34344010000	80064450000	97714990000	80129110000	47858540000	135703800000	224883300000	217710300000
21 : 2a lengua	171954200000	160762800000	28412560000	66240030000	80840940000	66292430000	39593890000	112269000000	186040500000	180108100000
22 : estrategia	206887100000	193420600000	34183130000	79688110000	97256410000	79753330000	47634250000	135067600000	223832200000	216691700000
23 : EstrAdmAca	159096200000	148740200000	26286350000	61277330000	74787710000	61328090000	36629670000	103864000000	172125900000	166633900000
24 : ComiteCurr	117038000000	109419700000	19337270000	45077560000	55016530000	45114960000	26946110000	76406170000	126623000000	122582700000
25 : AreasCoord	139193500000	130133300000	22998170000	53612810000	65433020000	53656960000	32047830000	90872070000	150593700000	145789200000
26 : ConsejoFac	97420480000	91078880000	16095660000	37519690000	45792960000	37551280000	22428670000	63596950000	105398000000	102034400000
27 : EschIngenie	162527500000	151948500000	26853860000	62602400000	76403760000	62653510000	37421060000	106107900000	175839600000	170230300000
28 : GruposInve	254987800000	238392100000	42132140000	98224290000	119876100000	98302530000	58712310000	166479700000	275875600000	2607077800000
29 : Infraestr	197486900000	184633100000	32630070000	76067620000	92837680000	76129480000	45469820000	128930600000	213661700000	206846100000
30 : DotacUsoBi	96039900000	89788730000	15867780000	36988880000	45144750000	37019510000	22110970000	62696370000	103904200000	100588800000
31 : DotacUsoLa	268149300000	250696300000	44305350000	103285400000	126055900000	103369200000	61739380000	175063100000	290111800000	280857400000
32 : EspacioEst	19004070000	17766890000	3139461000	7316866000	8930997000	7323409000	4374339000	12403610000	20559390000	19902600000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	51 : Reacliener	52 : ParticpEv	53 : MecansrSe	54 : Macroecono	55 : TLCS	56 : PolitiEduSu	57 : PolitiNac+	58 : InverCient	59 : InverPriva	60 : OrenatMsc+c
1 : Estudiante	149296300000	141274800000	117376400000	27290470000	19532510000	27845730000	26733510000	37589410000	86447440000	108372800000
2 : SelEstudia	629114100000	595313800000	494604000000	11499210000	82301270000	117334300000	112645600000	158393200000	364274900000	456665200000
3 : SociCulEst	177082800000	167568700000	139221200000	32367930000	23166310000	33027090000	317073200000	445842300000	102536100000	128541700000
4 : CompromEst	150154300000	142086800000	118051000000	27446840000	19644300000	28005290000	268865800000	37805010000	86944310000	108995300000
5 : ProcAdmEst	136442300000	129111500000	107270200000	24940360000	17850340000	25447980000	24431390000	34352770000	79004280000	99041900000
6 : CapAcademE	195615000000	185104100000	153793300000	35760130000	25594700000	36486640000	35030250000	49253290000	113268500000	141996900000
7 : MotivEstud	162290600000	153570900000	127592500000	29665700000	21232460000	30269250000	29060210000	40861020000	93971610000	117805200000
8 : RegimenDc	913521600000	86444710000	71819270000	16695470000	11948980000	17036320000	16354770000	22998300000	52894670000	66309760000
9 : EstimMrsE	78428820000	74214560000	61661130000	14337520000	10261850000	14628820000	14044900000	19747410000	45413290000	56931520000
10 : SancionDis	48587000000	45976820000	38198330000	8880023000	6355479000	9061198000	8698820000	12232190000	28132960000	35268010000
11 : EstudSemil	124498000000	117808000000	97881490000	22760540000	16290670000	23222490000	22295960000	31347760000	72089600000	90373810000
12 : Desercion	138958800000	131492200000	109249800000	25402680000	18181560000	25918970000	24884300000	34987970000	80462230000	100870100000
13 : Docentes	266583300000	252257400000	209591700000	48740500000	34885990000	49728460000	47745720000	67126840000	154364100000	193517100000
14 : RegDocente	115398500000	109197000000	90727870000	21099020000	15101640000	21526670000	20668460000	29058080000	66820990000	83769830000
15 : SelecDocen	55879240000	52875830000	43933820000	10218610000	7314173000	10425090000	10010080000	14072040000	32357250000	40564960000
16 : NivelForDo	267123700000	252768100000	210017600000	48841790000	34958730000	49830940000	47844970000	67264640000	154677800000	193911000000
17 : CondiLabor	118960800000	112567700000	93529090000	21751110000	15568520000	22191700000	21307240000	29955620000	68864100000	86356190000
18 : CapacPedag	170426000000	161268900000	133989000000	31154150000	22297940000	31787540000	30518310000	42910250000	98682650000	123711500000
19 : FugaDocent	122556500000	115970400000	96355840000	22407740000	16038370000	22861930000	21950470000	30860520000	70965960000	89966040000
20 : PlanEstudi	221447400000	209547300000	174104800000	40486850000	28978350000	41307920000	39660520000	55760530000	128227900000	160751400000
21 : 2a lengua	183199500000	173353800000	144035400000	33497680000	23976220000	34175710000	32813930000	46132140000	106082000000	132989100000
22 : estrategia	220411800000	208567700000	173289500000	40296020000	28841470000	41113870000	39473680000	55498910000	127627500000	159998900000
23 : EstrAdmAca	169494900000	160387400000	133257300000	30985440000	22177270000	31614980000	30353090000	42676950000	98143810000	123036600000
24 : ComiteCurr	124687300000	117987600000	98029310000	22793650000	16314140000	23256930000	22328490000	31394550000	72198430000	90510380000
25 : AreasCoord	148292100000	140323700000	116588100000	27110160000	19403770000	27660640000	26556900000	37338820000	85866940000	107646000000
26 : ConsejoFac	103786200000	98209910000	81596240000	18971410000	13578270000	19357470000	18584240000	26130990000	60095460000	75337430000
27 : EschIngenie	173152900000	163848200000	136134300000	31656420000	22657800000	32298840000	31010370000	43599530000	100262700000	125693300000
28 : GruposInve	271662300000	257062800000	213586000000	49671720000	35552730000	50677580000	48657870000	68407480000	157306000000	197205600000
29 : Infraestr	210396800000	199090900000	165416100000	38465170000	27531140000	39245670000	37680070000	52977080000	121828700000	152728800000
30 : DotacUsoBi	102315400000	96817950000	80440480000	18703130000	13386380000	19083390000	18321370000	25760950000	59244290000	74270110000
31 : DotacUsoLa	285678600000	270327300000	224603400000	52228390000	37382160000	53288210000	51162450000	71932810000	165420100000	207376500000
32 : EspacioEst	20244310000	19157000000	15915380000	3699014000	2647317000	3774804000	3623539000	5096040000	11721630000	14694210000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	61 : Culturalin	62 : ImpactoEgr	63 : EgresFacu	64 : TenEstSup
1 : Estudiante	92582840000	83966410000	105670000000	80039160000
2 : SelEstudia	39012760000	35382270000	44528000000	33727390000
3 : SociCulEst	109813400000	99594420000	125337800000	94936150000
4 : CompromEst	93115040000	84449370000	106278000000	80499360000
5 : ProcAdmEst	84611440000	76737170000	96572180000	73148060000
6 : CapAcademE	121307500000	110015900000	138452600000	104870400000
7 : MotivEstud	100641000000	91274610000	114867400000	87005520000
8 : RegimenDic	56648640000	51378500000	64659140000	48975370000
9 : EstimMrsE	48636400000	44109120000	55510390000	42046080000
10 : SancionDis	30129570000	27326370000	34389860000	26048210000
11 : EstudSemil	77206130000	70018770000	88116900000	66743900000
12 : Deserción	86172880000	78151690000	98352250000	74496590000
13 : Docentes	165320000000	149927100000	188679300000	142915400000
14 : RegDocente	71563650000	64900170000	81674940000	61865090000
15 : SelecDocen	34653840000	31425900000	39548410000	29956380000
16 : NivelForDo	165656200000	150230400000	189060500000	143204600000
17 : CondiLabor	73773200000	66903500000	84196020000	63774700000
18 : CapacPedag	105686500000	95849710000	120624800000	91366760000
19 : FugaDocent	76002830000	68925900000	86741380000	65702490000
20 : PlanEstudi	137328900000	124543100000	156734200000	118718400000
21 : 2a lengua	113611200000	103031300000	129661800000	98212820000
22 : estrategia	136685700000	123960700000	156001300000	118163300000
23 : EstrAdmAca	105109400000	95325250000	119964700000	90867010000
24 : ComiteCurr	77322620000	70125390000	88251150000	66845660000
25 : AreasCoord	91961310000	83400570000	104957500000	79500030000
26 : ConsejoFac	64360560000	58370740000	73458460000	55640720000
27 : Esclngenie	107378700000	97381910000	122552600000	92827580000
28 : GruposIhve	168470900000	152783000000	192273000000	145637800000
29 : Infraestr	130475400000	118328600000	148913600000	112794300000
30 : DotacUsoBi	63449120000	57543690000	72417580000	54852240000
31 : DotacUsoLa	177160700000	160667400000	202196000000	153153100000
32 : EspacioEst	12553540000	11386130000	14329360000	10853490000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	1 : Etudiante	2 : SeEstudia	3 : SocCulEst	4 : CompromEst	5 : ProAdmEst	6 : CapAcademE	7 : MotivEstud	8 : RegimenDic	9 : EsUmMistE	10 : SancionDs
33 : RecInforma	314863100000	141122100000	184841900000	233887100000	155348500000	192381500000	278698900000	690694700000	131695300000	843752700000
34 : BienestarU	194355900000	871109400000	114095400000	144371300000	958920900000	118748700000	172029600000	426355200000	812914100000	520849400000
35 : DesempPrac	157569800000	706231900000	925013200000	117046100000	777425300000	962740800000	139470700000	345652700000	659052100000	422254500000
36 : DesempTdeG	194688400000	872600000000	114290500000	144618200000	960560900000	118951700000	172324000000	427084600000	814304900000	521740100000
37 : autove y a	197856900000	886796000000	116151400000	146971900000	976193200000	120889000000	175129300000	434031000000	827555500000	530221800000
38 : Political+	314731000000	141062900000	184763100000	233788600000	155283300000	192299100000	278579900000	690410300000	131639700000	843413300000
39 : Presupuest	136511200000	611844300000	801399300000	101403600000	673524900000	834089300000	120832200000	299455000000	570974500000	365813400000
40 : ImagenFacu	272149600000	121977900000	159766700000	202158600000	134274400000	166283400000	240891100000	596997000000	113829700000	729292800000
41 : ImagenUPB	262643800000	117717400000	154185600000	195097300000	129584300000	160474600000	232476100000	576147200000	109853700000	703827300000
42 : DemandaPro	156340600000	700719100000	917801300000	116133000000	771360100000	955236700000	138382900000	342955600000	65391100000	418957500000
43 : SituacSE	261533900000	117220100000	153527200000	194271000000	129036400000	159787700000	231483700000	573738200000	109387900000	70992700000
44 : NecesitMedi	264708000000	118642400000	155400700000	196631600000	130603100000	161739900000	234308000000	580661800000	110717700000	709319900000
45 : CondiEmpl	163138600000	731189400000	957740100000	121183800000	804904400000	996810600000	144404700000	357855900000	68235100000	437141000000
46 : Tendencias	271280700000	121588400000	159258500000	201513800000	133845800000	165754900000	240125000000	595083500000	113466800000	726942400000
47 : AvancesIM	185923900000	833311900000	109150400000	138109100000	917321600000	113603100000	164573300000	407838300000	777654800000	498197600000
48 : NivelDloll	338573300000	151749000000	198765600000	251500900000	167047200000	206874000000	299692300000	742687800000	141613300000	907238400000
49 : RelacUnivs	192674700000	863571800000	113110500000	143122900000	950626900000	117724100000	170544500000	422658500000	805885200000	516320800000
50 : RelacSecPr	250322500000	112194800000	146955200000	185945600000	123505500000	152949900000	221574200000	549107300000	104700800000	670776200000
51 : RelacHter	252826000000	113317000000	148423400000	187804800000	124740500000	154477700000	223788200000	554604500000	105747600000	677500900000
52 : ParticipEv	154086300000	690615700000	904568400000	114458500000	760238200000	941463900000	136387600000	338010700000	644482700000	412916700000
53 : MecanismSe	134840300000	604354500000	791806900000	100162900000	665283000000	823900300000	119355700000	295782400000	563988900000	361315100000
54 : Macroecono	171283100000	767691200000	100556700000	127234000000	845087700000	104659100000	151616000000	375715900000	716419600000	458948400000
55 : TLCs	122260300000	547973000000	717767700000	908187000000	603217300000	747050000000	108222500000	268182500000	511375900000	327591600000
56 : PolitEduSu	176572200000	791397500000	103658700000	131162000000	871180900000	107887300000	156293200000	387329300000	738534900000	473154900000
57 : PolitNacH	238826300000	107042200000	140208000000	177406600000	117833500000	145927800000	211400900000	523883600000	998928500000	639952300000
58 : InverCienc	253335100000	113545200000	148726500000	188184500000	124992100000	154793900000	224244900000	555706900000	105961600000	678821700000
59 : InverPriva	207678300000	930815800000	121919900000	154268300000	102465300000	126893100000	183826700000	455565000000	868641100000	556510600000
60 : OfertaMsc&	244722800000	109684900000	143669300000	181786400000	120742800000	149530300000	216619600000	536818700000	102358900000	655755300000
61 : CulturalInn	892606300000	400068200000	524038000000	663057200000	440401200000	545417500000	790128500000	195793200000	373349500000	239162000000
62 : ImpactoEgr	1669494000000	748269400000	980111800000	1240144000000	823706300000	1020095000000	1477779000000	366215000000	698291700000	447350700000
63 : EgresFacu	637462000000	285712100000	374225700000	473520800000	314514500000	389490200000	564245700000	139835100000	266625800000	170822400000
64 : TenEdSup	193520200000	867363000000	113605000000	143750500000	954797500000	118238300000	171290100000	424522000000	809419500000	518609000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	11 : EstudSemi	12 : Deserción	13 : Docentes	14 : ReglDocente	15 : SeleccDocen	16 : NvelForDo	17 : CondiLabor	18 : CapacPedag	19 : FijadDocent	20 : PlanEstudi
33 : RecInforma	190603500000	187467600000	289357800000	79670910000	169479800000	187672600000	183215900000	172754100000	167869000000	182839200000
34 : BienestarU	117649700000	115717900000	178602200000	49175890000	104609400000	115836100000	113086100000	106634200000	103612700000	112856200000
35 : DesempPrac	953838300000	938159300000	144802800000	39869600000	84812700000	939160100000	91686000000	864522900000	840056700000	914981800000
36 : DesempTdeG	117859000000	115916000000	178907600000	49259930000	104788400000	116034300000	113279600000	106816500000	103790000000	113049000000
37 : autove y a	119770600000	117802400000	181823400000	50062870000	106496200000	117926500000	115126300000	108555900000	105482100000	114891400000
38 : Political+	190521000000	187388700000	289230700000	79635930000	169405600000	187589000000	183134700000	172680700000	167793800000	182759600000
39 : Presupuest	826380500000	812780400000	125454400000	34542350000	73480000000	81367900000	794354900000	748992600000	727816400000	792722800000
40 : ImagenFacu	164746500000	162036200000	250104100000	68862970000	146488700000	162213200000	158361100000	149318800000	145096000000	158035800000
41 : ImagenUPB	158990800000	156376200000	241365500000	66456930000	141370400000	156544900000	152827400000	144102800000	140025600000	152514400000
42 : DemandaPro	946405300000	930840700000	143674600000	39558960000	841517900000	931846100000	909717600000	857783600000	833512700000	907853700000
43 : SituacSE	158305900000	155713400000	240316100000	66168070000	140756100000	155858400000	152158600000	143488300000	139409900000	151854500000
44 : NecesMedi	160247000000	157606200000	243277400000	66983250000	142489900000	157788000000	154040300000	145238300000	141138100000	153720700000
45 : CondiEmpl	987615300000	971325000000	149935500000	41282770000	878185900000	972479200000	949380800000	895108300000	869864500000	947400000000
46 : Tendencias	164224300000	161519500000	249314100000	68645260000	146025600000	161702500000	157862200000	148843700000	144639600000	157535500000
47 : AvancesIM	112555200000	110698700000	170875800000	47048290000	100083400000	110829700000	108197100000	102012300000	991351400000	107971500000
48 : NivelDloll	204965300000	201585800000	311167300000	85675740000	182253500000	201821800000	197028300000	185767000000	180526100000	196617900000
49 : RelacUnivs	116636000000	114717400000	177066600000	48752960000	103709700000	114842200000	112115100000	105713600000	102723800000	111884700000
50 : RelacSecPr	151537800000	149041100000	230055000000	63342640000	134745500000	149211800000	145668000000	137345100000	133466800000	145366100000
51 : Relachnter	153050500000	150531300000	232349300000	63974380000	136089400000	150698500000	147119800000	138717300000	134796500000	146816500000
52 : ParticipEv	932759700000	917419500000	141603100000	38988590000	829384600000	918410500000	896601400000	845415800000	821494800000	894764000000
53 : MecanismSe	816299300000	802835800000	123926700000	34121580000	725849200000	803786100000	784693200000	739840000000	718970700000	783058000000
54 : Macroecono	103694700000	101982000000	157426700000	43345180000	922060100000	102107900000	996823400000	939805500000	913339500000	994725300000
55 : TLCs	740168400000	727940200000	112370600000	30939640000	658163100000	728844000000	711530500000	670827100000	651941500000	710030900000
56 : PolitEduSu	1068909000000	1051302000000	1622750000000	446803400000	950460200000	1052500000000	1027501000000	968801600000	941435700000	1025378000000
57 : PolitNac+	1445817000000	1421969000000	2194969000000	604354700000	1285612000000	1423653000000	1389837000000	1310389000000	1273433000000	1386937000000
58 : InverCienc	1533666000000	1508357000000	2328347000000	641077600000	1363732000000	1510167000000	1474296000000	1390001000000	1350821000000	1471211000000
59 : InverPriva	1257212000000	1236507000000	1908610000000	525510700000	1117893000000	1237904000000	1208505000000	1139469000000	1107279000000	1206006000000
60 : OfertaMsc&	1481507000000	1457075000000	2249149000000	619272800000	1317347000000	1458792000000	1424142000000	1342740000000	1304862000000	1421175000000
61 : CulturalIn	540398500000	531460500000	820432200000	225893500000	480532300000	532144000000	519501700000	489766500000	475998700000	518396800000
62 : ImpactoEgr	1010687000000	994014600000	1534378000000	422470700000	898698900000	995195600000	971558300000	916016600000	890184400000	969528800000
63 : EgresFacu	385890500000	379540800000	585830600000	161301100000	343126600000	379960500000	370937000000	349754000000	339865900000	370173700000
64 : TenEdSup	1171441000000	1152204000000	1778347000000	489645100000	1041598000000	1153385000000	1126002000000	1061758000000	1031675000000	1123712000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	21 : 2a Lengua	22 : estrategia	23 : EstrAdm/ca	24 : ContleCurr	25 : AreasCond	26 : ConsejoFac	27 : Esingente	28 : Guposive	29 : Infraestr	30 : DociaCsoBli
33 : Recnforma	209874100000	246795900000	813533300000	159678200000	163778200000	149396700000	206127500000	244550300000	177547700000	202879100000
34 : BienestarU	129541200000	152336100000	502160200000	985609700000	101090900000	922165300000	127232300000	150944000000	109594600000	125226800000
35 : DesempPrac	105026500000	123505100000	407120700000	799081000000	819595800000	747634600000	103152800000	122379300000	888517200000	101527000000
36 : DesempTdeG	129762800000	152596600000	503019100000	987295300000	101263800000	923743100000	127449900000	151202100000	109782100000	125440900000
37 : autove y a	131878100000	155081500000	511210700000	100338300000	102914200000	938783700000	129525900000	153666900000	111568900000	127484500000
38 : Political+	209781400000	246690100000	813186300000	159609200000	163706900000	149333000000	206038700000	244442100000	177473000000	202791300000
39 : Presupuest	909934800000	1070007000000	352715800000	692303600000	710080800000	647723300000	893686700000	1060279000000	769771900000	879604500000
40 : ImagenFacu	181402800000	213316200000	703171900000	138016800000	141560500000	129129900000	178164600000	211375000000	153462100000	175357000000
41 : ImagenUPB	175064400000	205864200000	678607700000	133195000000	136614700000	1246191000000	171940400000	203989100000	148101600000	169230700000
42 : DemandaPro	104208400000	122542200000	403946500000	792853000000	813209000000	741803800000	102348800000	121426200000	881586300000	100735800000
43 : SituacSE	174301000000	204981700000	675704400000	132621300000	136024100000	124087400000	171201400000	203097500000	147474300000	168501700000
44 : NecesitMedi	176451900000	207488500000	683958100000	134247200000	137694900000	125601000000	173297900000	205607200000	149266600000	170567500000
45 : CondiEmpl	108750100000	127876400000	421527000000	827378200000	848629700000	774083600000	106804800000	126719600000	919928300000	105122200000
46 : Tendencias	180830400000	212638800000	700935900000	137579000000	141112100000	128719000000	177599400000	210708600000	152972700000	174800900000
47 : AvancesIM	123938600000	145736100000	480398400000	942931400000	967151400000	882195300000	121721700000	144417300000	104841100000	119804000000
48 : NivelDloll	225693700000	265389100000	874818500000	171709600000	176119900000	160650100000	221665780000	262985700000	190918900000	218165500000
49 : RelacUnivs	128428000000	151022000000	497826000000	977119300000	100220700000	914204400000	126135600000	149647400000	108647000000	124147800000
50 : RelacSecPr	168861600000	196212000000	646787900000	126951000000	130211300000	118775100000	163879500000	194432200000	141154700000	161297400000
51 : Relachnter	168525400000	198171400000	653248300000	128218400000	131510800000	119961800000	165515800000	196370200000	142565900000	162907500000
52 : ParticipEv	102705900000	120775300000	398122300000	781421100000	801483700000	73110800000	100873200000	119675500000	868875300000	992833500000
53 : MecanismSe	898856600000	1056943000000	348406900000	683856000000	701421900000	639807900000	882779600000	1047378000000	760355500000	868871500000
54 : Macroecono	114184000000	134262800000	442576800000	868703300000	891021200000	812737700000	112139300000	133051700000	965858200000	110372800000
55 : TLCS	815041300000	958361300000	315908800000	620074800000	636005200000	580126500000	800443700000	949720800000	689421800000	787835600000
56 : PolitEduSu	1176998000000	1384032000000	456228300000	895484300000	918480500000	837812600000	115967000000	1371472000000	995673500000	1137754000000
57 : PolitNac+	159204200000	187203800000	617091200000	121123300000	124234400000	113321500000	156356300000	185510100000	134672500000	153893000000
58 : InverCienc	168878400000	198578100000	654583600000	128482700000	131783100000	120206400000	165856400000	196783200000	142854200000	163243600000
59 : InverPriva	138433600000	162784900000	536599600000	105323000000	108027700000	985403700000	135960400000	161307000000	117107800000	133818100000
60 : OfertaMsc&	163133800000	191825300000	632325900000	124113400000	127301200000	116119100000	160216200000	190089000000	137997500000	157692000000
61 : CulturalIn	595072300000	699699200000	230643200000	452717500000	464350500000	423547300000	584404800000	693406400000	503339400000	575199500000
62 : ImpactoEgr	111290400000	130863500000	431373600000	846703700000	868451700000	79216500000	109299600000	129679600000	941417700000	107577700000
63 : EgresFacu	424907200000	499657700000	164706000000	323281900000	331582900000	302465400000	417321500000	495113300000	359458000000	410744500000
64 : TenEdSup	128984700000	151681200000	500001300000	981373500000	100656500000	918200500000	126685500000	150295400000	109123300000	124688600000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	31 : Docuclacul	32 : Espaciclacul	33 : Recnlforma	34 : Bienestaru	35 : DesempPrac	36 : DesempTdeG	37 : autove y a	38 : Politicah	39 : Presupuest	40 : ImagenFacu
33 : Recnlforma	238475600000	122534100000	161006000000	133671900000	202199000000	224928000000	257157100000	145715200000	158849500000	293498700000
34 : Bienestaru	147198700000	756395600000	993811800000	825122700000	124807800000	138836800000	158734100000	899373800000	980502400000	181168000000
35 : DesempPrac	119340700000	613217500000	805726600000	668947700000	101186900000	112561000000	128691200000	729187700000	794936000000	146878100000
36 : DesempTdeG	147450500000	757689600000	995511900000	826534100000	125021400000	139074200000	159005600000	900913700000	982178900000	181477800000
37 : autove y a	149852500000	770006600000	101172600000	839980700000	127057400000	141339700000	161593900000	915604400000	998175000000	184431400000
38 : Politicah	238372400000	122484200000	160936600000	133616100000	202111800000	224830800000	257048500000	145648900000	158781100000	293375400000
39 : Presupuest	103393600000	531251800000	698057900000	579542800000	876651300000	975198500000	111492700000	631765700000	688707600000	127248700000
40 : ImagenFacu	206124600000	105911500000	139164300000	115538300000	174768800000	194414600000	222272000000	125947300000	137300300000	253683500000
41 : ImagenUPB	198923300000	102212900000	134302600000	111502700000	168663300000	187622600000	214507800000	121545600000	132503800000	244822500000
42 : DemandaPro	118410500000	608428500000	799445000000	663727900000	100398000000	111683800000	127687400000	723509200000	788737600000	145732400000
43 : SituacSE	198066600000	101788600000	133725400000	111032400000	167939000000	186815700000	213596300000	121007000000	131934700000	243786300000
44 : NecesMedi	200494700000	103012400000	135362900000	112378800000	169994500000	189104100000	216196500000	122513500000	133549800000	246747600000
45 : ConclacEmpl	123566600000	634850700000	834251200000	692585700000	104768500000	116546200000	133242200000	755081700000	823077400000	152070100000
46 : Tendencias	205471000000	105571200000	138722600000	115169300000	174214200000	193797800000	221564000000	125552500000	136864600000	252874100000
47 : AvancesIM	140824500000	723520200000	950765600000	789318000000	119401300000	132823800000	151851400000	860539300000	938031200000	173309100000
48 : NivelDloll	256444200000	131756300000	173136600000	143737500000	217432600000	241874800000	276525800000	156704700000	170817700000	315601500000
49 : RelacUnivs	145930400000	749827100000	985244500000	817981300000	123731700000	137840100000	157362600000	891671500000	972048400000	179601100000
50 : RelacSecPr	189598100000	974146100000	128006100000	106271700000	160755600000	178826600000	204447200000	115854200000	126291600000	233338200000
51 : Relachter	191490900000	983904500000	129284300000	107334500000	162361000000	180612100000	206490500000	117007600000	127552600000	235671300000
52 : ParticipEv	116703200000	599655800000	787918200000	654158100000	989504700000	110073500000	125846400000	713077700000	777365200000	143631200000
53 : MecanismoSe	102132000000	524729900000	689537000000	572448500000	865950200000	963296800000	110129600000	624099500000	680302400000	125691500000
54 : Macroecono	129738600000	666529800000	875917500000	727161000000	110001300000	122367300000	139895100000	792831000000	864186100000	159662100000
55 : TLCS	926067200000	475761700000	625225000000	519042700000	785183500000	873450700000	998561500000	565924000000	616851500000	113965600000
56 : PolitEduSu	133738000000	687143200000	902925400000	749615700000	113393000000	126140000000	144212400000	817199100000	890830500000	164591600000
57 : PolitNacL	180894600000	929389400000	122129700000	101391000000	153375900000	170617500000	195059000000	110540100000	120493800000	222622300000
58 : InverCienc	191885800000	985843500000	129550100000	107550600000	162694800000	180984000000	206909700000	117258200000	127815000000	236147000000
59 : InverPriva	157297300000	808199000000	106198500000	881675800000	133368900000	148361100000	169617700000	961157700000	104776100000	193587200000
60 : OfertaMsc&	185360100000	952337800000	125144500000	103894200000	157162000000	174829300000	199874900000	113267900000	123468300000	228118700000
61 : Culturaln	676123500000	347340300000	456477300000	378945600000	573262900000	637706900000	729042400000	413199800000	450364500000	83204800000
62 : ImpactoEgr	126452900000	649680900000	853737700000	708765300000	107216000000	119268600000	136354500000	772722800000	842304000000	155622300000
63 : EgresFacu	482812400000	248077700000	325969300000	270627800000	409366300000	455383400000	520634400000	295013500000	321604000000	594208900000
64 : TenEdSup	146566100000	753140900000	989539500000	821574500000	124271400000	138240100000	158051500000	895510800000	976286800000	180389000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



	41 : ImagenUPB	42 : DemandaPro	43 : SituacSE	44 : NecesMedi	45 : ConditEmpl	46 : Tendencias	47 : AvancesIM	48 : NivelDioI	49 : RelacUnivs	50 : RelacSecPr
33 : RecInforma	240954700000	225272100000	398128100000	928149900000	113275600000	928895300000	554797200000	157313700000	260691500000	252376900000
34 : BienestarU	148732500000	139051300000	245736000000	572828700000	699135800000	573305800000	342423600000	970950700000	160912100000	155777300000
35 : DesempPrac	120582600000	112734100000	199233100000	464451400000	566847100000	464830700000	277629400000	787224300000	130458500000	126296900000
36 : DesempTdeG	148986900000	139289400000	246157200000	573810700000	700333000000	574287300000	343008500000	972611900000	161187300000	156043900000
37 : autove y a	151412400000	141556600000	250168200000	583179300000	711758100000	583661800000	348606500000	988478000000	163812800000	158586100000
38 : Political+	240852500000	225175800000	397951000000	927704300000	113223100000	928460900000	554542700000	157241600000	260579000000	252266500000
39 : Presupuest	104467900000	976682300000	172612700000	402412700000	491121300000	402737200000	240540400000	682055200000	113025500000	109420600000
40 : ImagenFacu	208267400000	194711800000	344117900000	802232400000	979083000000	802880100000	479532500000	135972300000	225326700000	218139800000
41 : ImagenUPB	200992300000	187910000000	332092900000	774184700000	944861300000	774814600000	462773100000	131220000000	217454800000	210518200000
42 : DemandaPro	119642100000	111854700000	197680500000	460838100000	562435500000	461213900000	275469700000	781096800000	129441500000	125312400000
43 : SituacSE	200137200000	187107800000	330636100000	770637900000	940622100000	771316800000	460709900000	130634900000	216520200000	209605700000
44 : NecesMedi	202575000000	189391100000	334728900000	780405500000	952409600000	781014600000	466463500000	132266400000	219171700000	212184400000
45 : ConditEmpl	124847200000	116722100000	206299700000	480999400000	587001100000	481368600000	287495300000	815197100000	135077100000	130771900000
46 : Tendencias	207604100000	194092900000	343034600000	799751700000	976029500000	800379900000	478032500000	135546900000	224611700000	217450100000
47 : AvancesIM	142284100000	133024500000	235112600000	548177200000	668984300000	548596100000	327647700000	929049400000	153942600000	149036000000
48 : NivelDioI	259103400000	242241300000	428143300000	998224500000	121821900000	998991600000	596646400000	169180100000	280332800000	271397300000
49 : RelacUnivs	147447700000	137851000000	243626100000	567957900000	693163500000	568415300000	339495000000	962644800000	159525000000	154436900000
50 : RelacSecPr	191565900000	179098300000	316535800000	737981200000	900638800000	738559100000	441108900000	125077000000	207260100000	200652100000
51 : Relachter	193480300000	180887600000	319690800000	745304500000	909594300000	745899100000	445496900000	126321400000	209329500000	202653900000
52 : ParticipEv	117917000000	110242000000	194830300000	454194000000	554326500000	454564200000	271498000000	769835300000	127575200000	123505700000
53 : MecanismSe	103190800000	964752000000	170513600000	397559200000	485174100000	397864400000	237624500000	673786000000	111646000000	108087500000
54 : Macroecono	131081100000	122551200000	216609900000	505070700000	616357900000	505445500000	301870900000	855957600000	141823700000	137305300000
55 : TLCs	935647400000	874764000000	154615900000	360523900000	439959600000	360789200000	215475600000	610984400000	101232900000	980080600000
56 : PolitEduSu	1351261000000	1263312000000	223274600000	520542300000	635279400000	520955100000	311144100000	882252600000	146196300000	1415346000000
57 : PolitNac+	1827695000000	1708753000000	302012300000	704160300000	859340700000	704697000000	420878000000	1193405000000	1977454000000	1914429000000
58 : InverCienc	1938735000000	1812572000000	320365400000	746968200000	911573600000	747532300000	446458100000	1265939000000	2097603000000	2030758000000
59 : InverPriva	1589306000000	1485871000000	262607500000	612240800000	747191300000	612724000000	365954900000	1037670000000	1719506000000	1664678000000
60 : OfertaMsc&	1872817000000	1750935000000	309465800000	721530100000	880544100000	722084600000	431264500000	1222855000000	2026269000000	1961683000000
61 : CulturalIn	683109500000	638663600000	112888400000	263241900000	321233200000	263429300000	157326300000	446101500000	739103000000	715568000000
62 : ImpactoEgr	1277636000000	1194489000000	211119500000	492238600000	600715600000	492614300000	294212000000	834242500000	1382323000000	1338268000000
63 : EgresFacu	487830300000	456079000000	806042900000	187912700000	229336200000	188063700000	112323700000	318495600000	527790600000	510958300000
64 : TenEdSup	1480930000000	1384535000000	244680400000	570370500000	696134600000	570844400000	340952800000	966781100000	1602203000000	1551079000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	51 : Recherche	52 : ParticipEv	53 : MecanismSe	54 : Macrocono	55 : TLCS	56 : PolitEduSu	57 : PolitNac+	58 : InverCienc	59 : InverPriva	60 : OfertaMsc&
33 : RecInforma	256709000000	242913700000	201828500000	46935110000	335938400000	47886430000	459771900000	646404100000	148646500000	186349200000
34 : BienestarU	158451600000	149937900000	124574500000	28964710000	207307900000	295536900000	283735000000	398949200000	917489400000	115018900000
35 : DesempPrac	128464800000	121561700000	101000200000	23485750000	168907100000	239625200000	230064400000	323466700000	743864200000	932534400000
36 : DesempTdeG	158722500000	150194300000	124787700000	29014340000	207664000000	296043000000	284221400000	399632200000	919059700000	115215700000
37 : autove y a	161308800000	152641200000	126821500000	29489000000	211062800000	300881100000	288872100000	406158000000	934038600000	117094400000
38 : Political+	256596900000	242808500000	201738800000	46911150000	335762900000	478632300000	459537200000	646098400000	148580300000	186265600000
39 : Presupuest	111299100000	105317800000	875049500000	20349670000	145652600000	207620500000	199343500000	280259300000	644473400000	807940600000
40 : ImagenFacu	221884400000	209960600000	174448500000	40567510000	290361200000	413900100000	397395900000	558711600000	128481100000	161069200000
41 : ImagenUPB	214132100000	202625300000	168352800000	39148500000	280202700000	399428400000	383495500000	539180100000	123991600000	155440600000
42 : DemandaPro	127463700000	120614200000	100213200000	23303450000	166793000000	237762500000	228278500000	320950700000	738068600000	925271200000
43 : SituacSE	213204800000	201752200000	167616400000	38966202000	278850900000	397585600000	381670600000	536730000000	123448800000	154756500000
44 : NecesitMedi	215826400000	204226400000	169688500000	39466630000	282489000000	402644300000	386610900000	543502000000	124975500000	156675700000
45 : ConditEmpl	1330164000000	1258665000000	1045821000000	243260700000	1741200000000	2481703000000	2382956000000	3349831000000	7702469000000	9656265000000
46 : Tendencias	2211823000000	2092950000000	1738989000000	404440800000	2894839000000	4126230000000	3961863000000	5569767000000	1280764000000	1605626000000
47 : AvancesIM	1515938000000	1434455000000	1191885000000	277234100000	1984385000000	2828291000000	2715755000000	3817664000000	8778232000000	1100488000000
48 : NivelDllo	2760550000000	2612171000000	2170437000000	504833900000	3613465000000	5150265000000	4945291000000	6951930000000	1598527000000	2003998000000
49 : RelacUnivs	1570878000000	1486462000000	1235047000000	287205600000	2055673000000	2930285000000	2813440000000	3955512000000	9096111000000	1140323000000
50 : RelacSecPr	2040962000000	1931269000000	1604656000000	373207700000	2671285000000	3807548000000	3655902000000	5139570000000	1181828000000	1481599000000
51 : RelacHter	2061325000000	1950546000000	1620651000000	376896100000	2697651000000	3845303000000	3692039000000	5190616000000	1193608000000	1496360000000
52 : ParticipEv	1256259000000	1188752000000	987883300000	229674900000	1643885000000	2343346000000	2249874000000	3163233000000	7274271000000	9119303000000
53 : MecanismSe	1099426000000	1040331000000	864406000000	201060300000	1439140000000	2051188000000	1969563000000	2768724000000	6366347000000	7981207000000
54 : Macrocono	1396614000000	1321535000000	1098085000000	255448500000	1828485000000	2605911000000	2502343000000	3517411000000	8087399000000	1013888000000
55 : TLCS	996898000000	943305100000	783811700000	182344000000	1305213000000	1860123000000	1786216000000	2510746000000	5772778000000	7237120000000
56 : PolitEduSu	1439643000000	1362270000000	1131879000000	263242800000	1884188000000	2685702000000	2578708000000	3625279000000	8336276000000	1045078000000
57 : PolitNac+	1947285000000	1842616000000	1531026000000	356122000000	2549046000000	3633075000000	3488528000000	4903965000000	1127601000000	1413623000000
58 : InverCienc	2065608000000	1954574000000	1624065000000	377779600000	2704087000000	3853949000000	3700679000000	5202066000000	1196125000000	1499530000000
59 : InverPriva	1693251000000	1602250000000	1331273000000	309614100000	2216096000000	3158791000000	3032947000000	4263883000000	9804813000000	1229177000000
60 : OfertaMsc&	1995352000000	1888101000000	1568814000000	364903500000	2611891000000	3722698000000	3574554000000	5024958000000	1155431000000	1448512000000
61 : CulturalIn	727843500000	688710100000	572276700000	133147800000	953089200000	1358202000000	1304292000000	1833230000000	4214819000000	5283987000000
62 : ImpactoEgr	1361235000000	1288066000000	1070253000000	248945400000	1781891000000	2539679000000	2438637000000	3428086000000	7882410000000	9881835000000
63 : EgresFacu	519729000000	491798200000	408618900000	95025170000	680143900000	969512300000	930859000000	1308710000000	3009470000000	3772803000000
64 : TenEdSup	1577705000000	1492934000000	1240392000000	288405800000	2064205000000	2942689000000	2825192000000	3972369000000	9135473000000	1145248000000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, Manuel de prospective stratégique, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, Creating Futures Scenarios Planning as a strategic Management Tool, Editions Economica

	61 : CulturalIn	62 : ImpactoEgr	63 : EgresFacu	64 : TenEdSup
33 : RecInforma	159196800000	144373900000	181690600000	137621800000
34 : BienestarU	982606200000	891153700000	112149800000	849472100000
35 : DesempPrac	796658100000	722494000000	909243400000	688703100000
36 : DesempTdeG	984288100000	892677300000	112341700000	850924200000
37 : autoev y a	1000331000000	907214200000	114170800000	864784700000
38 : Political+	1591257000000	1443119000000	1816130000000	1375625000000
39 : Presupuest	690214700000	625947000000	787735300000	596673500000
40 : ImagenFacu	1376000000000	1247884000000	1570429000000	1189523000000
41 : ImagenUPB	1327918000000	1204290000000	1515568000000	1147967000000
42 : DemandaPro	790452200000	716862600000	902153300000	683336200000
43 : SituacSE	132209700000	119912200000	150908100000	114303200000
44 : NecesilMedi	1338457000000	1213793000000	1527522000000	1157031000000
45 : CondiEmpl	824915000000	748068500000	941419500000	713086400000
46 : Tendencias	1371668000000	1243923000000	1565440000000	1185749000000
47 : AvancesIM	940129000000	852548600000	1072903000000	812680200000
48 : NivelDlloI	1711985000000	1552510000000	1953785000000	1479907000000
49 : RelacUnivs	974170700000	883468000000	1111821000000	842149200000
50 : RelacSecPr	1265708000000	1147827000000	1444506000000	1094148000000
51 : RelacInter	1278324000000	1159288000000	1458933000000	1105072000000
52 : ParticipEv	779055500000	706526800000	889145800000	673483800000
53 : MecanismSe	681820000000	618305700000	778116900000	589391300000
54 : Macroecono	866141500000	785430900000	988436200000	748702400000
55 : TLC'S	618251100000	560637300000	705540600000	534420600000
56 : PolitEduSu	892794300000	809648000000	1018918000000	771785000000
57 : PolitNac+	1207636000000	1095133000000	1378187000000	1043920000000
58 : InverCienc	1281023000000	1161672000000	1461923000000	1107348000000
59 : InverPriva	1050071000000	952280800000	1198418000000	907746200000
60 : OfertaMsc&	1237439000000	1122167000000	1412210000000	1069690000000
61 : CulturalIn	451397500000	409320700000	515115000000	390180400000
62 : ImpactoEgr	844186300000	765543100000	963412000000	729743500000
63 : EgresFacu	322306200000	292295500000	367846200000	278625500000
64 : TenEdSup	978385600000	887323100000	1116676000000	845821200000

© LIPSOR-EPITA-MICMAC



Los valores representan la tasa de influencias indirectas potenciales

Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales

Este plano se determina a partir de la matriz de influencias indirectas potenciales MIIP.

**Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales**

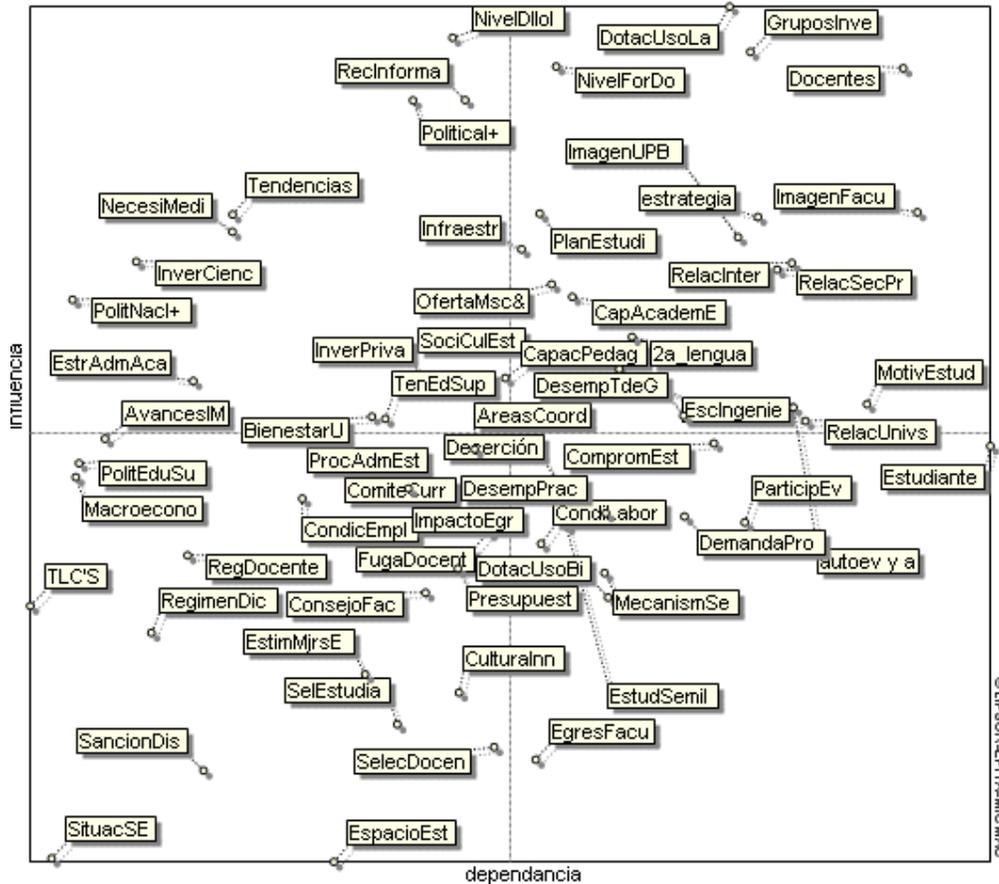
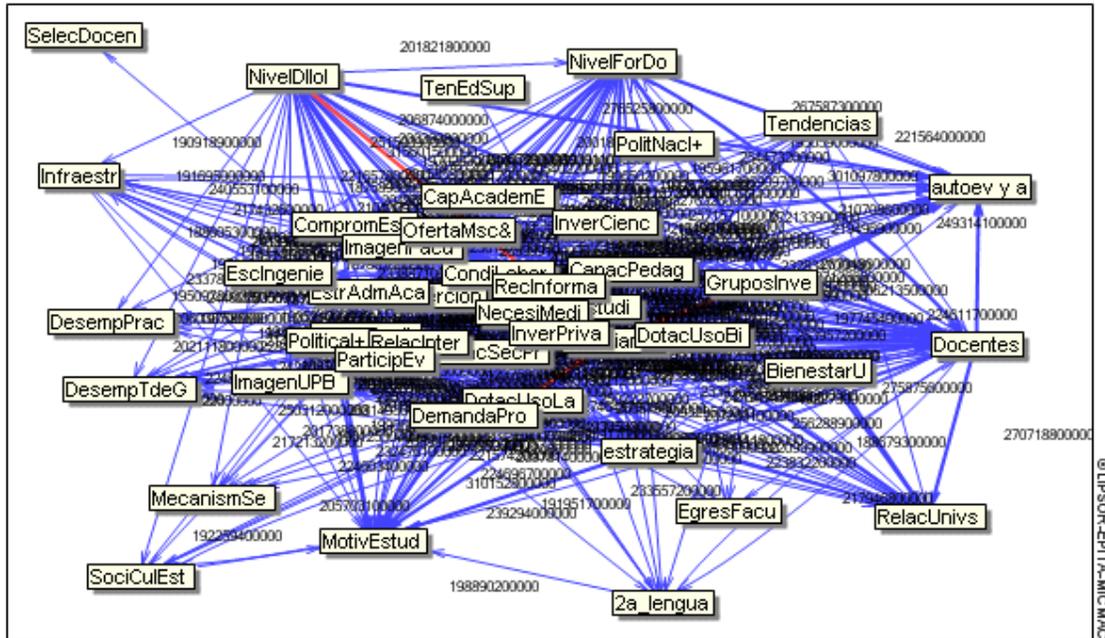


Gráfico de influencias indirectas potenciales

Este gráfico se determina a partir de la matriz de influencias indirectas MIIP.

Gráfico de influencias indirectas potenciales



- ..... Influencias más débiles
- Influencias débiles
- Influencias medias
- Influencias relativamente importantes
- Influencias más importantes



## J. RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL**

**RESOLUCIÓN NÚMERO 4685**

**( 13 JUN. 2011 )**

*Por medio de la cual se renueva la acreditación al programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana de la ciudad de Medellín, Antioquia*

**LA MINISTRA DE EDUCACIÓN NACIONAL,**

*En ejercicio de las facultades legales, en especial las contenidas en los artículos 53, 54, y 56 de la Ley 30 de 1992 en concordancia con el Decreto 2904 de 1994, y,*

**CONSIDERANDO:**

*Que la acreditación es el acto por el cual el Estado adopta y hace público el reconocimiento que los pares académicos hacen de la comprobación que efectúa una institución sobre la calidad de sus programas académicos, su organización, funcionamiento y el cumplimiento de su función social, constituyéndose en instrumento para el mejoramiento de la calidad de la educación superior.*

*Que la Universidad Pontificia Bolivariana con domicilio en la ciudad de Medellín, Antioquia, solicitó al Consejo Nacional de Acreditación -C.N.A.- la renovación de la Acreditación de su programa de Ingeniería Mecánica.*

*Que mediante Resolución número 2582 del 30 de mayo de 2006, se otorgó Acreditación en Calidad al programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, para ser ofrecido en la ciudad de Medellín, Antioquia.*

*Que mediante Resolución número 1735 de 17 de marzo de 2010, el Ministerio de Educación Nacional otorgó registro calificado al programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, para ser ofrecido en la ciudad de Medellín, Antioquia.*

*Que el Consejo Nacional de Acreditación -C.N.A.- en su sesión de los días 28 y 29 de abril de 2011, emitió concepto recomendando la renovación de la acreditación del programa de Ingeniería Mecánica de la Medellín, Antioquia.*

*"Se ha demostrado que el programa Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana con domicilio en la ciudad de Medellín, Antioquia, ha logrado niveles de calidad suficientes para que, de acuerdo con las normas que rigen la materia, sea reconocido públicamente este hecho a través de un acto formal de acreditación.*

*Para este Consejo se han hecho evidentes diversos aspectos positivos entre los cuales cabe destacar los siguientes:*

- El mejoramiento continuó que el programa ha tenido desde su primera acreditación en el 2005, hay progresos significativos en los siguientes aspectos: En los grupos de investigación en categoría, en producción de alta calidad y en proyección nacional e internacional. Mayor definición y amplitud en materia de estrategias pedagógicas. Importantes avances institucionales en infraestructura, con beneficio directo para el Programa.*
- La planta profesoral que actualmente cuenta con 34 profesores de tiempo completo, tres de medio tiempo y cuatro catedráticos, frente a 11 de tiempo completo, cuatro de medio tiempo y 35 catedráticos en el 2005. De los profesores adscritos al Programa 9 tienen título de doctor, 16 con grado de magister, 5 especialistas y 10 profesionales. En el 2005 la planta profesoral estaba representada por 2 doctores, 8 profesores con grado de magister, un especialista y 4 profesionales.*

# REPÚBLICA DE COLOMBIA

4685

- La importancia estratégica que se le asigna en el Programa y en la Institución a la investigación reflejado en la existencia de 2 grupos de investigación categoría A1 y un grupo categoría B en COLCIENCIAS.
- Los buenos niveles de flexibilidad, formación integral y formación humanística del plan curricular el cual ha experimentado ajustes específicos en estos y otros aspectos como revisión de requisitos y correquisitos de los cursos y adición de un curso de pre-práctica.
- Los cerca de 100 convenios activos de cooperación académica para movilidad de estudiantes y profesores, colaboración en proyectos de investigación y otros, los proyectos desarrollados en colaboración con instituciones y universidades como el Ministerio del Medio Ambiente y universidad EAFIT, Universidad Nacional de Medellín, Universidad de Antioquia, Universidad del Valle y Universidad de Alicante, España. Así como los convenios para doble titulación con una universidad alemana y una francesa, con motivo de los cuales se ha realizado una revisión detallada y homologación del plan de estudios.
- La presencia de profesores del Programa en escenarios nacionales e internacionales, como seminarios y congresos, y una excelente proyección nacional e internacional del trabajo de los grupos de investigación, con su publicación en revistas de alto impacto.
- Los adecuados y modernos laboratorios en fluidos, termodinámica, mecatrónica, procesos, resistencia de materiales, metalografía, máquinas y herramientas y el taller de soldadura al servicio del Programa, que permiten un desarrollo adecuado de la docencia, la investigación y los servicios de extensión.
- Los sistemas de comunicación e información de la Institución bien estructurados, bien administrados y adecuadamente actualizados que han experimentado un proceso de mejoramiento notable.
- El énfasis dado por la institución en general y el programa en particular, a la proyección social y a las relaciones internacionales las cuales muestran avances significativos.
- La excelente producción científica de los profesores del Programa y de los grupos de investigación. Se destaca la proyección nacional e internacional, a través de la participación en congresos y en revistas de calidad, que satisface ampliamente la recomendación expresada en el informe de evaluación externa de 2005.

Con base en las condiciones institucionales y del programa que garantizan la sostenibilidad de las anteriores fortalezas, los suscritos consejeros conceptuamos que el programa de **INGENIERÍA MECÁNICA** de la **UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**, con domicilio en la ciudad de Medellín, Antioquia, debe recibir **RENOVACIÓN DE LA ACREDITACIÓN VÁLIDA POR OCHO (8) AÑOS**, contados a partir de la fecha de expedición del acto de acreditación.

Por otra parte, el programa muestra debilidades entre las que ponemos de relieve las siguientes, formuladas como recomendaciones:

- Incrementar el nivel de publicaciones en revistas internacionales indexadas con el fin de consolidar la proyección del Programa en su campo de conocimiento.
- Mejorar la interrelación entre la docencia, la investigación y la extensión, con el fin de aprovechar los estrechos contactos que el Programa tiene con el entorno nacional e internacional.
- Seguir fortaleciendo la interacción con las comunidades académicas nacionales e internacionales, especialmente por medio de la participación en redes de investigación a nivel transnacional.
- Perfeccionar el índice de permanencia, a fin de que se distinga entre permanencia excesiva por razones de dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje y mayor permanencia en la carrera por baja carga académica en horas crédito elegida por el estudiante.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

4685

- Buscar un balance del Programa en términos del trabajo del estudiante a través de la carrera y una asignación de créditos más ajustada a dicho trabajo. Formalizar y reconocer el trabajo del estudiante en los grupos de investigación, en términos de carga académica."

Que este Despacho acoge el concepto emitido por el Consejo Nacional de Acreditación -C.N.A.- y en consecuencia, en los términos de la Ley 30 de 1992 y el Decreto 2904 de 1994, considera procedente otorgar la renovación de la acreditación al programa de pregrado en Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana de la ciudad de Medellín, Antioquia.

En mérito de lo expuesto,

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.** Renovar por el término de ocho (8) años la acreditación al siguiente programa:

<b>Institución:</b>	<b>Universidad Pontificia Bolivariana</b>
<b>Programa:</b>	<b>Ingeniería Mecánica</b>
<b>Ciudad:</b>	<b>Medellín Antioquia</b>
<b>Metodología:</b>	<b>Presencial</b>
<b>Título a Otorgar:</b>	<b>Ingeniero Mecánico</b>

**PARÁGRAFO.-** Cualquier modificación de las condiciones que dieron origen a la acreditación del programa identificado en este artículo, dará lugar a que el Ministerio de Educación Nacional, previo concepto del CNA, revoque la acreditación que mediante este acto se reconoce.

**ARTÍCULO SEGUNDO.-**La acreditación que mediante este acto se reconoce, deberá ser registrada en el Sistema Nacional de la Información de la Educación Superior -SNIES-.

**ARTÍCULO TERCERO.-** De conformidad con lo establecido en el inciso cuarto del artículo 44 del Código Contencioso Administrativo, la presente resolución se entiende notificada el día en que se efectuó el registro en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior -SNIES.

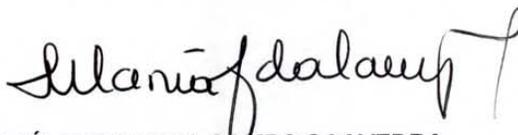
**ARTÍCULO CUARTO.-**En firme la presente resolución compulsar copia a la Subdirección de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior junto con el respectivo expediente administrativo y al Consejo Nacional de Acreditación para lo de su competencia.

**ARTÍCULO QUINTO.-**La presente resolución rige a partir de la fecha de expedición.

**NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE,**

Dada en Bogotá D.C., a los **13 JUN. 2011**

**LA MINISTRA DE EDUCACIÓN NACIONAL,**



**MARÍA FERNANDA CAMPO SAAVEDRA**