



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

Herramienta de gestión para proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada

Ivett Natalia Ballesteros Moncada

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial
Soacha, Cundinamarca
2019

Herramienta de gestión para proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada

Ivett Natalia Ballesteros Moncada

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniera Industrial

Director:
Ing. Jefferson Rubiano Forero

Línea de Investigación:
Institucional: Conocimiento, Gestión y Organizaciones
Facultad: Gestión, Competitividad de Sistemas Productivos
Grupo de Investigación:
GIPIA: Grupo de Investigación de Procesos Industriales y Ambientales

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial
Soacha, Cundinamarca
2019

Agradecimientos

El presente trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar con este proceso de obtener uno de los anhelos mas deseados.

A mi familia, que son lo maspreciado que tengo en mi vida, por su apoyo, amor, cariño y sus palabras de apoyo en este proceso y siempre.

Finalmente quiero expresar mi profundo agradecimiento al Ingeniero Jefferson Rubiano, principal colaborador durante todo este proceso, por su trabajo, compromiso, dedicación y por confiar en mi.

Resumen

El principal objetivo de este trabajo de grado es presentar una herramienta de gestión para proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada en la Universidad de Cundinamarca, y en particular para ser aplicada sobre el programa de Ingeniería Industrial en la extensión Soacha. Dicha herramienta se basa en un modelo matemático de programación lineal que permite minimizar el número de docentes a asignar para los diferentes núcleos temáticos ofertados por el programa de Ingeniería Industrial para un periodo académico dado según sus requerimientos, además de estimar el número de grupos y el tamaño óptimo de cada uno de ellos por un lado y por el otro, hace uso de una metodología para la medición de la capacidad en un programa académico. Lo anterior teniendo en cuenta los índices de ocupación para los diferentes espacios académicos según la norma colombiana NTC4595 y la norma internacional NTIE017, su uso y disponibilidad, la tasa efectiva de matrícula, la intensidad horaria, la capacidad real disponible de recursos, entre otros. Para la validación de la herramienta se utilizan datos históricos del programa de Ingeniería Industrial para los periodos académicos IPA2018, IIPA2018 e IPA2019 haciendo un contraste entre los datos reales y los datos de salida de la herramienta, también se muestra una simulación para el IIPA2019 que permite proyectar la carga. Se evidencia que utilizar la herramienta de gestión permite mejorar el uso de los recursos dispuestos para el programa de Ingeniería Industrial además de contribuir a la mejora continua en el proceso de formación aprendizaje, procedimiento MFAP08 actividad 4 (preasignación docente) en la Universidad de Cundinamarca.

Palabras clave: Herramienta de gestión, capacidad de un programa académico, preasignación docente, carga académica, periodo académico, capacidad instalada e índices de ocupación.

Glosario

Capacidad disponible: Es aquella que esta determinada por la organización para producir bienes y/o servicios, tanto en horas como en días hábiles, el número de turnos, número de maquinas, entre otros.

Capacidad instalada: Es aquella que dispone de todos los recursos de la organización para producir al 100 % sin ningún tipo de interrupciones para alcanzar los niveles de producción máximos.

Espacios académicos: Es la infraestructura que posee una institución de educación necesaria para poder desempeñar su actividad de enseñanza.

Herramienta de gestión: Son todas aquellas, metodologías, aplicativos, modelos matemáticos, que sirven para mejorar un proceso.

Indices de ocupación: Es el área en metro cuadrado que un estudiante ocupa durante la actividad académica en los diferentes espacios académicos.

Núcleos temáticos: Asignatura que hace parte de una malla curricular, estos núcleos temáticos son ofertados por un programa académico.

Parámetros: Son aquellos que representan valores conocidos del modelo matemático y que se pueden controlar.

Periodo académico: Es una parte del año donde la institución de educación desempeña las actividades de docencia, investigacion, entre otros.

Programación lineal: Es un algoritmo matemático que tiene por objetivo optimizar (maximizar o minimizar) funciones lineales con variables reales y restricciones lineales.

Restricciones: Es la relación que existe entre las variables de decisión y los recursos del sistema, limitan el modelo o la programación lineal.

Variables: Representan los elementos del modelo, son aquellos que se pueden controlar y permiten la toma de decisiones.

Índice General

Resumen	VI
Glosario	VII
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	XI
1. Introducción	1
2. Planeación basada en procesos	3
2.1. Definición y elementos de un proceso	3
2.2. Clasificación de procesos	5
2.2.1. Procesos estratégicos	5
2.2.2. Procesos de gestión	6
2.2.3. Procesos clave u operativos	6
2.2.4. Procesos de soporte o de apoyo	6
2.3. Mapa y descripción del proceso	6
2.3.1. Mapa de procesos	6
2.3.2. Descripción del proceso	6
2.4. Seguimiento y medición del proceso	8
2.4.1. Definición y clasificación de indicadores de proceso	8
2.4.2. Consideraciones para definir indicadores	10
2.5. Medición de los procesos a través de indicadores	11
2.6. Mejora de procesos	12
2.6.1. Mejora continua	12
2.6.2. Ciclo PDCA	12
2.7. Herramienta de gestión	13
2.7.1. De Planificación	14
2.7.2. De Evaluación y Control	15
2.7.3. De Mejora	15
3. Planeación de la Capacidad	17
3.1. Definición de Capacidad	17
3.2. Planeación de la capacidad en los servicios	18

3.3. Metodología para medir la capacidad de un programa académico	20
4. Actividad: Preasignación docente	25
4.1. Sistema de Gestión de Calidad de la Ucundinamarca- SGC	25
4.1.1. Macroproceso Misional	27
4.1.2. Proceso Formación y Aprendizaje	28
4.1.3. Mejora Continua en la Preasignación docente.	35
5. Capacidad Instalada en la Extensión Soacha	36
5.1. Generalidades de la Extensión	36
5.1.1. Estándares de Infraestructura	49
5.1.2. Uso y Disponibilidad de la capacidad	55
5.2. Capacidad del programa académico Ingeniería Industrial	62
6. Herramienta de gestión	64
6.1. Modelos matemáticos aplicados al sector educativo	64
6.2. Parámetros, variables de decisión y restricciones	71
6.3. El modelo matemático	74
6.3.1. Formulación General	75
6.4. Desarrollo de la herramienta	76
6.5. Validación	78
6.6. Simulación	86
7. Conclusiones y recomendaciones	88
7.1. Conclusiones	88
7.2. Recomendaciones	89
A. Anexos	90
Bibliografía	91

Lista de Figuras

2.1. ¿Qué es un proceso?	4
2.2. Clasificación de los procesos.	5
2.3. Símbolos utilizados para realizar un diagrama de proceso	7
2.4. Clasificación de indicadores por su ubicación en la generación del producto o servicio. Villanueva (2016)pág. 35	8
2.5. Estructura general del ciclo PDCA o Deming	13
2.6. Clasificación de herramientas de gestión según su finalidad.	14
4.1. Modelo de gestión de la Universidad Cundinamarca	26
4.2. Macroproceso Misional de la Ucundinamarca	27
4.3. Estructura del ciclo PDCA en el proceso de Formación y Aprendizaje.	29
4.4. Representación gráfica del procedimiento MFAP08	34
5.1. Consolidado de estudiantes matriculados de los programas: Ingeniería Industrial y Ciencias del Deporte en la Extensión Soacha	37
5.2. Porcentaje de admitidos respecto a los inscritos de los programas: Ingeniería Industrial y Ciencias del deporte en la Extensión Soacha.	37
5.3. Consolidado de estudiantes matriculados de los programas: Desarrollo de Software y Especialización en procesos pedagógicos en la Extensión Soacha.	39
5.4. Porcentaje de Admitidos respecto a los inscritos de los programas: Desarrollo de Software y Especialización en procesos pedagógicos en la Extensión Soacha.	39
5.5. Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa de ciencias del deporte y la educación física en la Extensión Soacha.	41
5.6. Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa ingeniería industrial en la Extensión Soacha.	42
5.7. Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa Tecnología en desarrollo de software en la Extensión Soacha.	43
5.8. Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa de especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo en la Extensión Soacha.	44

5.9. Área promedio para cada espacio académico de la extensión Soacha.	48
5.10. Comparación de Índices de ocupación entre la NTIE 017, NTC 4595 y la Ucundinamarca	54
5.11. Comparación del uso y disponibilidad de los espacios académicos por días para los PA 2018IIPA y 2019IPA.	57
5.12. Comparación del uso y disponibilidad de los espacios académicos por franjas horarias para los PA 2018IIPA y 2019IPA.	58
6.1. Mapa de la red de coautores según las referencias de Scopus seleccionadas con las ecuaciones de búsqueda.	65
6.2. Visualización de la densidad de coautores asociadas a la figura 6.1.	66
6.3. Mapa de la red de palabras clave según las referencias de Scopus seleccionadas con las ecuaciones de búsqueda.	66
6.4. Visualización de la densidad de coautores asociadas a la figura 6.3.	67
6.5. Relación de influencia/dependencia directa para la lista mostrada en la tabla 6-4	72
6.6. Grafo de relación de influencia/dependencia directa para la lista mostrada en la tabla 6-4	72
6.7. Descripción Miro, Tomado de: https://gams.com/miro/	76

Lista de Tablas

4-1. Dedicación docente y clasificación de profesores de acuerdo a su vinculación con la Universidad, según el acuerdo 024 del 2007.	31
4-2. Dedicación docente en horas mínimas para vinculación de tiempo completo, según el acuerdo 006 del 2016.	33
5-1. Distribución y capacidad de espacios académicos de la extensión Soacha Ucu- dinamarca	46
5-2. Distribución y capacidad de espacios académicos de la extensión Soacha Ucu- dinamarca	47
5-3. (Norma Nacional)NTC 4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y am- biente escolares: Ambientes pedagógicos básicos.	50
5-4. (Norma Nacional)NTC 4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y am- biente escolares:Ambientes pedagógicos básicos.	51
5-5. (Norma Peruana)NTIE 017: Norma técnica de infraestructura para locales de Educación Superior. Indices de ocupación mínimos.	52
5-6. Resultados de la medición de la capacidad del programa ingeniería industrial	63
6-1. Modelos matemáticos	68
6-2. Modelos matemáticos	69
6-3. Modelos matemáticos	70
6-4. Listado de posibles parámetros/variables para la herramienta de gestión. . .	71
6-5. Listado definitivo de parámetros para la herramienta de gestión.	73
6-6. Listado definitivo de las variables de decisión para la herramienta de gestión.	73
6-7. Listado definitivo de los parámetros para el modelo matemático con su res- pectivo Símbolo y Tipología.	74
6-8. Listado definitivo de las variables de decisión para el modelo matemático con su respectivo Símbolo y Tipología.	74
6-9. Descripción asociada la restricciones del modelo propuesto.	75
6-10.Contraste número de docentes (real/modelo)	78
6-11.Validación del modelo. Docentes	78
6-12.Validación del modelo sin el I.O para el IPA2018 . Demanda, Tamaño pro- medio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	79

6-13. Validación del modelo con el I.O para el IPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	80
6-14. Validación del modelo sin el I.O para el IIPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	81
6-15. Validación del modelo con el I.O para el IIPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	82
6-16. Validación del modelo sin el I.O para el IPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	83
6-17. Validación del modelo con el I.O para el IPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	84
6-18. Validación del modelo sin el I.O para el IIPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	86
6-19. Validación del modelo con el I.O para el IIPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.	87
A-1. Tabla de Anexos	90

1. Introducción

En la Universidad de Cundinamarca el proceso asociado a la proyección de la carga académica está inmerso en el macroproceso misional que es la razón de ser del modelo de operación digital, específicamente en el proceso de formación y aprendizaje, en el procedimiento de planificación de la dedicación y la actividad académica de los docentes de carrera y de vinculación especial, en la actividad 4 preasignación docente. Sin embargo, el sistema de gestión de calidad muestra que el responsable de dicha actividad es el Coordinador o Director de programa pero no muestra la existencia de una estandarización y control para la misma, generando en muchas ocasiones re-procesos que conducen a la mala apertura o cierre de grupos de núcleos temáticos, saturación en el tamaño de los mismos y re-estructuración de la contratación docente al momento de iniciar el periodo académico. Esta situación ocurre en la mayoría de programas académicos de la universidad y en particular en la extensión Soacha.

Por lo anterior, en este trabajo de grado se presenta una herramienta de gestión para proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada en la Universidad de Cundinamarca, y en particular para ser aplicada sobre el programa de Ingeniería Industrial en la extensión Soacha. Dicha herramienta se basa en un modelo matemático de programación lineal realizado en GAMS donde sus entradas son archivos de excel que relacionan: capacidad en horas disponibles por semana para espacios académicos, capacidad en horas disponibles para uso de software, capacidad en puestos por salón para los diferentes espacios académicos, intensidad horaria por núcleo temático, número de estudiantes nuevos/inscritos/repitentes, tamaño máximo de cada grupo, número de docentes iniciales por núcleo temático y según su vinculación, entre otros. Y que genera salidas que permiten minimizar el número de docentes a asignar para los diferentes núcleos temáticos ofertados por el programa de Ingeniería Industrial para un periodo académico dado según sus requerimientos, además de estimar el número de grupos y el tamaño óptimo de cada uno de ellos por un lado y por el otro, hace uso de una metodología para la medición de la capacidad en un programa académico, definiendo una relación entre el consumo por estudiante y la capacidad real disponible. Donde es posible determinar si la capacidad instalada y disponible es suficiente para atender la demanda de estudiantes para un periodo académico dado. Teniendo en cuenta los índices de capacidad para los diferentes espacios académicos según la norma colombiana NTC4595 y la norma internacional NTIE017, su uso y disponibilidad, la tasa efectiva de matrícula, la intensidad horaria, la capacidad real disponible de recursos, entre otros.

Se presenta también la validación de la herramienta utilizando datos históricos del programa de Ingeniería Industrial para los periodos académicos IPA2018, IIPA2018 e IPA2019 haciendo un contraste entre los datos reales y los datos de salida de la herramienta, también se muestra una simulación para el IIPA2019 que permite proyectar la carga académica o la preasignación docente.

Este trabajo de grado se divide en 6 capítulos, el primero planeación basada en procesos, donde se aborda la definición, la clasificación, la descripción por medio de diagramas para hacer seguimiento, análisis y mejora continua de los procesos. El segundo, planeación de la capacidad, donde se define el concepto de capacidad, la planeación y se muestra una metodología para la medición de la capacidad de un programa académico. En el tercero, Actividad: preasignación docente, se describe el modelo de gestión de la universidad de Cundinamarca desglosando el macroproceso misional para llegar al procedimiento de la planificación de la dedicación, la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial, se tiene en cuenta el acuerdo 024 del 2007 y el estatuto del profesor. El cuarto, Capacidad instalada en la extensión Soacha, donde se describe y se realiza medición de los espacios académicos en términos de capacidad por estudiantes, índices de ocupación haciendo una comparativa entre dos normas, una internacional y la otra nacional, uso y disponibilidad por franjas horarias y por día a la semana, capacidad del programa académico en función de sus requerimientos. Por último, el quinto, Herramienta de gestión donde muestra la propuesta para mejorar la ejecución de la actividad de proyección de carga académica (preasignación docente) y su validación.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo de grado tiene como alcance la descripción de las condiciones actuales en dotaciones, usos, disponibilidad en días y franjas horarias de los espacios académicos de la extensión Soacha y por ultimo propone el diseño de la herramienta de gestión, así mismo, el trabajo de grado se limita a la modelación matemática asociada a la programación lineal.

2. Planeación basada en procesos

En este capítulo se presenta el campo de los procesos, sus características, clasificación, entre otros. En primer lugar, se describe el proceso como el elemento que más se utiliza en las organizaciones y por qué es importante dentro de la misma, luego, se evidencia cómo y por qué deben tener una estructura los procesos para enriquecer y dar a la organización éxito en sus actividades, la importancia de describir el proceso para determinar los aspectos y métodos, con el fin de asegurar que las actividades que comprenden, se lleven a cabo de manera eficaz, al igual que el seguimiento y continuo control del proceso. Por último, el seguimiento, medición y análisis de los procesos, forman la base de la organización para saber qué se está obteniendo y cómo se alcanzan los resultados deseados a través de la mejora continua y uso de diferentes herramientas de gestión.

2.1. Definición y elementos de un proceso

Las necesidades y expectativas que tienen los clientes frente a las organizaciones cambian día a día, piden nuevas soluciones e innovación en los productos y/o servicios, es por esto que las organizaciones en la actualidad deben estar en la capacidad de adaptación al cambio para transformar la organización y adecuarse al mercado, la producción de bienes y/o servicios, la implementación de nuevas técnicas/métodos de trabajo, la manera en que se entregan y el servicio al cliente, son procesos que deben estar diseñados y estructurados pensando en el cliente, existe la necesidad de hacer un seguimiento, medición y control a cada uno de los procesos para mejorarlos y encontrar puntos débiles. De modo que, los procesos hacen parte fundamental de las organizaciones ya que los clientes son los que obtienen los resultados de los mismos, permitiendo obtener un panorama amplio de las fortalezas y debilidades en cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de la organización.

Así pues, que se presenta el concepto de proceso visto desde una perspectiva de gestión a través de diferentes autores.

[De Velasco \(2012\)](#) define proceso como “la secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene valor intrínseco para su usuario o cliente”, por su parte [Davenport \(1993\)](#) describe el proceso como el “ordenamiento específico de las actividades de trabajo en tiempo y espacio, con comienzo y fin, entradas y salidas claramente identificadas en una estructura para la acción” (p.7), del mismo modo autores como [Carrasco \(2009\)](#) afirma que “La gestión

sistémica de procesos identifica a los procesos de la organización para agregar valor a los clientes y cumplir con la estrategia del negocio” (pag.10), y Bergholz (2011) define el proceso “como una forma de enfocar el trabajo, donde se persigue la mejora continua de las actividades desde una organización mediante la identificación, selección, descripción, documentación y mejora continua de los procesos” además, la norma internacional ISO 9001:2015 muestra el concepto de proceso de una manera mas generalizada y aplicable a cualquier tipo de organización independientemente de su actividad, pues define el proceso como “un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto.”

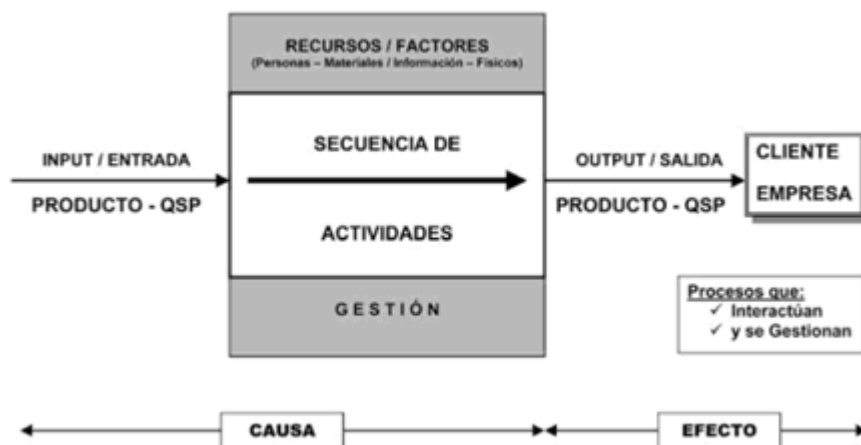


Figura 2.1.: ¿Qué es un proceso?
(De Velasco, 2012)

Sintetizando los conceptos anteriores, el proceso se podría representar con 3 elementos como se muestra en la Figura 2.1, donde el proceso empieza con **1. Inputs o Entradas** que son recursos como información, materia prima o incluso resultados de otros procesos ya sean de la misma organización o resultados de procesos de otras organizaciones. **2. Procesos de transformación** son la secuencia ordenada de actividades que transforman todos los inputs implementado (Recursos y Factores como: materiales, información, personas, entre otros.) y **3. Salidas** son los bienes y/o servicios generados por el proceso diseñado y estructurado, que finalmente es usado por el cliente final. De forma tal que, los procesos de la organización “son los que le permiten mediante sus resultados satisfacer a los clientes o no” (Gutiérrez, 2009).

2.2. Clasificación de procesos

“La clasificación de los procesos se distinguen por su misión” (De Velasco, 2012). Es importante determinar qué tipo de proceso se va a establecer y utilizar dentro de la organización, ya que dependiendo del tipo de organización se puede evidenciar el modelo de gestión que se maneja para cada uno de los procesos, es decir, lo que para una organización es un proceso de gestión para otro tipo de organización puede ser un proceso de soporte o apoyo. En efecto, se mencionaran cuatro tipos de procesos distintos con su respectiva definición:

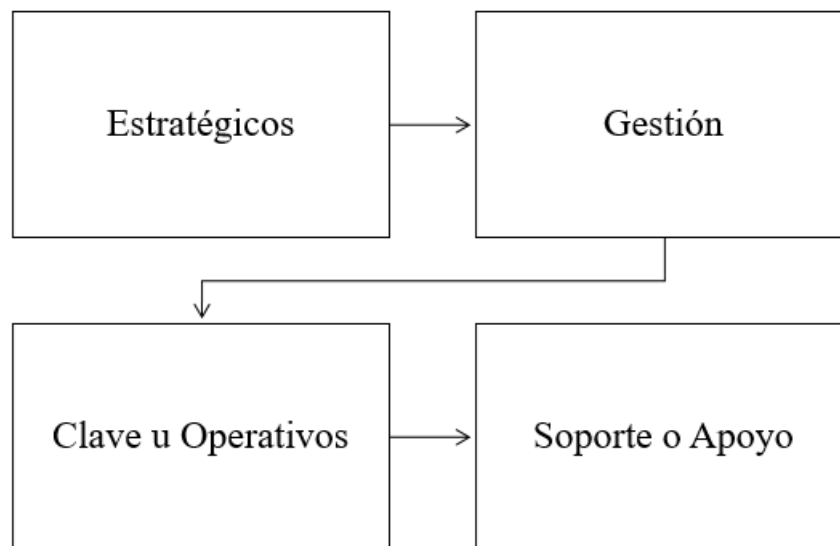


Figura 2.2.: Clasificación de los procesos.

2.2.1. Procesos estratégicos

Los procesos estratégicos son los que orientan a la organización, definen la visión, la misión y los valores corporativos, están “relacionados con la dirección, organización, planificación y estrategia de la organización” (Madrid, 2006), este proceso es uno de los mas importantes ya que toda la organización cuenta con procesos estratégicos tales como: la planificación operativa (asignación de actividades para el desarrollo de los objetivos), la organización (requisición y diseño del puesto de trabajo), la planeación estratégica (cómo va a actuar la organización en un determinado plazo de tiempo teniendo en cuenta la misión, la visión y los valores) y la mejora continua (se tiene en cuenta la política de calidad para la implementación y evaluación de los procesos).

2.2.2. Procesos de gestión

Los procesos de gestión son los que reúnen y analizan la información de todos los procesos que se lleven a cabo dentro de la organización, estos procesos son “aplicables para la toma de decisiones en tiempo útil” (De Velasco, 2012) para los cliente internos.

2.2.3. Procesos clave u operativos

Los procesos clave u operativos son procesos que se enfocan en transformar las materias primas en producto final, teniendo en cuenta la planeación de la producción, formación del personal, mantenimiento de las instalaciones, entre otros., “estos procesos son también los principales responsables de conseguir los objetivos de la organización” (De Velasco, 2012) para dar servicio a los clientes.

2.2.4. Procesos de soporte o de apoyo

Los procesos de soporte o de apoyo son los que complementan los otros procesos a través de la gestión de recursos humanos, la gestión de compras (materia prima, mantenimiento, equipos, tecnología, entre otros.), la gestión financiera, la gestión de comunicaciones y servicios generales, “son aquellos que facilitan el desarrollo de las actividades que integran los procesos clave y generan valor añadido al cliente interno” (Madrid, 2006).

2.3. Mapa y descripción del proceso

2.3.1. Mapa de procesos

El mapa de procesos es un esquema gráfico que permite la representación de los distintos tipos de procesos que la organización utiliza para operar y desempeñar sus funciones, igualmente representa gráficamente todos los macroprocesos, procesos y subprocesos, permite visualizar la jerarquía tanto de procesos como del personal, asimismo “puede mostrar las interrelaciones de los procesos entre sí y, si procede, con el exterior” (Echevarría et al., 2010), por su parte, la organización analiza cada una de las actividades que componen los procesos, sus entradas, cómo éstas están siendo transformadas, que se entrega al cliente final, los responsables, indicadores, etcétera.

2.3.2. Descripción del proceso

La descripción del proceso permite a la organización, visualizar todas las actividades relacionadas entre si, los métodos utilizados para realizar dichas actividades, el personal necesario, los equipos, la información, entre otros, que comprende el proceso para ser eficaz y así mismo tener un control sobre él. En pocas palabras, la descripción del proceso se debe centrar en las

actividades, así como en todos los demás aspectos que permitan el seguimiento, medición, control y mejora del proceso. Para lo anterior se hace uso de diagramas de proceso.

Diagramas de proceso

Los diagramas de proceso o flujogramas, son una representación gráfica de los procesos que permiten observar cada una de las actividades que se interrelacionan entre si y que son necesarias para obtenerlo, permiten tener un amplio panorama del proceso incluyendo las entradas y salidas del mismo. En este tipo de diagramas “se emplean símbolos convencionales para describir los pasos del proceso” (Meyers, 2000), la figura 2.3 muestra detalladamente cada uno de los símbolos utilizados para realizar el diagrama de proceso o flujograma e indica en qué momento se debe utilizar cada símbolo en un proceso determinado.

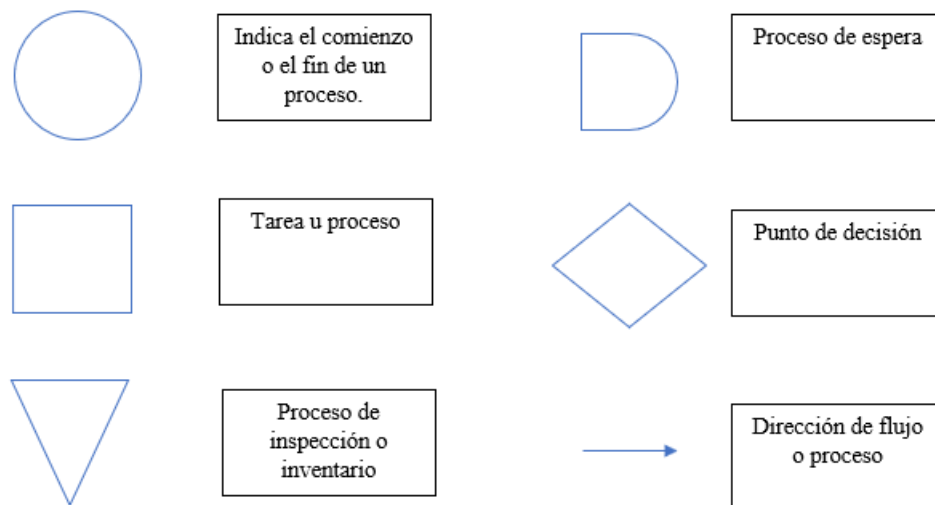


Figura 2.3.: Símbolos utilizados para realizar un diagrama de proceso

Así mismo, el uso del diagrama de procesos deja ventajas en la organización como por ejemplo, la organización de todas las actividades y tareas necesarias para llevar a cabo el o los procesos, identificación de los responsables de cada actividad dentro del proceso, permite identificar los puntos débiles del proceso y así mismo se presta la oportunidad para optimizar el proceso y todo su desarrollo, es de fácil uso y permite hacer un seguimiento y control del proceso adecuado a través de indicadores que establezca la misma organización. De manera que, el diagrama de proceso o flujograma “muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso” Freivalds (2009), con el fin de facilitar a la organización y sus colaboradores hacer seguimiento, control y mejora continua a cada uno de los procesos que conforman el sistema de gestión.

2.4. Seguimiento y medición del proceso

Al momento de evaluar los procesos que tiene la organización se debe tener en cuenta la implementación del sistema de gestión de calidad, según la **ISO 9001:2015 – Requisitos para sistemas de gestión de la calidad**, haciendo énfasis en los sistemas de gestión basados en procesos, lo que se busca es hacer un seguimiento y una medición a todos los procesos con el objetivo de evaluar los resultados de los mismos y verificar si estos cumplen con lo que quiere obtener la organización (planeación estratégica). El seguimiento y la medición constante permiten tener un control y análisis de cada uno de los procesos a fin de, saber en qué momento se está fallando, hasta dónde se permite el sistema ser flexible y cómo se pueden implementar mejoras. Por consiguiente, es necesario hacer la medición de la eficiencia, eficacia, la capacidad y la flexibilidad de los procesos de la organización a través de los indicadores, estos permiten establecer qué es necesario medir para conocer los parámetros anteriores.

2.4.1. Definición y clasificación de indicadores de proceso

Un indicador es “un soporte de información (habitualmente expresión numérica) que representa una magnitud, de manera que a través del análisis del mismo se permite la toma de decisiones sobre los parámetros de actuación (variables de control asociados)” (Sánchez, 2005), proporcionan información sobre los procesos, de forma que permiten gestionarlos basándose en datos, permite realizar comparaciones con procesos ya sea internos o externos, permiten establecer objetivos y oportunidades de mejora.



Figura 2.4.: Clasificación de indicadores por su ubicación en la generación del producto o servicio. Villanueva (2016) pág. 35

Existen una infinidad de tipos y clasificaciones de indicadores dependiendo del enfoque o el marco donde se vayan a medir, dentro del enfoque del proceso la clasificación de los indicadores permiten medir cada uno de los elementos que compone el proceso de una organización,

la figura 2.4, permite visualizar que para cada elemento del proceso existe un indicador; indicadores de la entrada del proceso, indicadores para los procesos de transformación, indicadores de las salidas del proceso y por último los indicadores del resultado del proceso, estos se encuentran por la ubicación en el desarrollo del bien y/o servicio que ofrezca la organización.

- **Indicador de Inputs:** este tipo de indicador permite establecer qué características desea la organización en sus entradas para empezar con el desarrollo del proceso, este indicador es muy importante para la organización que fije sus productos en la calidad de los insumos y al final del proceso tengan un fuerte impacto en el bien y/o servicio. Algunos ejemplos de los indicadores de inputs pueden ser la composición en porcentaje de los materiales que serán usados en una fabrica textil o los pre requisitos aprobados por un estudiante para poder asistir a un núcleo temático el próximo semestre.
- **Indicador interno:** este tipo de indicador es conocido como indicador de procesos, se encarga de medir si se cumple a cabalidad o no los objetivos de los procesos operativos teniendo en cuenta las actividades claves. Comúnmente los indicadores de procesos se interrelacionan con las actividades que buscan mejorar el proceso o para ser un estándar en las operaciones, de acuerdo con David Norton y Robert Kaplan (1996), los indicadores de procesos pueden ser de tres tipos: costo, calidad y tiempo del ciclo de producción, ejemplos de este tipo de indicadores son: “porcentaje de disminución o reducción del volumen de producción” (Costo), “número de reprocesos de productos” (Calidad)” y “tiempo de lanzamiento de nuevos productos” (Tiempo).
- **Indicador de salida:** también conocido como indicador de producto, mide el grado de cumplimiento de factores externos (estándares) relacionados con las características deseadas de la organización, y previamente definidas, del producto, servicio o del output esperado. Los indicadores de producto son especialmente importantes cuando se desea verificar la calidad de lo ofrecido como producto o servicio; o cuando se requiere una medida de la capacidad de la organización para proveer de una manera sistemática que se espera alcancen los comportamientos deseados del cliente (recompra, permanecía y recomendación, por ejemplo). Ejemplo de este tipo de indicador puede ser el “porcentaje de productos sin defecto” y el “porcentaje de personas que responden satisfecho y muy satisfecho con la prestación del servicio”.
- **Indicador de resultado:** este indicador es también denominado como indicador de impacto, mide los resultados directos e indirectos generados por los productos y servicios. El indicador de resultado busca reflejar el cumplimiento de los propósitos principales de una organización o de un proyecto.

2.4.2. Consideraciones para definir indicadores

El uso de los indicadores da ventajas a la organización, ya que, permiten tener un visión mas detallada de como están funcionando los procesos dentro de la organización e identifica las debilidades y fortalezas, genera una mayor claridad en la distribución de los recursos y por último, no siendo el menos importante, permite realizar un seguimiento y evaluación de los objetivos de los procesos, identificando las no conformidades y haciendo una mejora continua. Por este motivo se listan “algunas reglas o consideraciones básicas para definir indicadores” (Villanueva, 2016).

- **El indicador es siempre una escala numérica.** Dicho indicador debe poder ser expresado en distintas magnitudes, en una escala que va de menos a más. Un indicador no es una acción, tampoco el nombre de la medición, ni el instrumento utilizado para encontrar el dato de la medición: El indicador siempre es una escala numérica.
- **El indicador debe ser fácil de representar gráficamente.**
- **El indicador debe ser confiable.** Ello quiere decir que los datos producidos son correctos, por lo que generan confianza para la toma de decisiones.
- **El indicador debe ser fácil de medir.** Significa que el procedimiento de medición debe ser, en la medida de lo posible, susceptible de ser automatizado, o de requerir, en el peor de los casos, de poco trabajo manual.
- **El indicador debe reportarse en forma oportuna.** Un indicador debe contar con datos actualizados en la fecha y momento que es necesario para ser revisado y analizado. Ello quiere decir que el indicador permite tomar decisiones para anticiparse o reaccionar de manera rápida y efectiva a problemas y también a oportunidades. Una herramienta que llega tarde o no cuenta con información actualizada pierde su efectividad como herramienta de mejora.
- **El indicador debe ser económico.** Es decir que el costo del procedimiento de medición deber ser una pequeña fracción del beneficio que se pretende alcanzar con la implementación del indicador.

Además, de las consideraciones anteriores al momento de establecer los indicadores, estos también deben cumplir con ciertas características: los indicadores deben ser representativos, deben permitir el cambio de unidad de medida rápidamente, al momento de establecer el indicador los datos deben ser fiables, completos y validos y por último, el indicador debe compararse con el tiempo para controlarlo en su evolución.

2.5. Medición de los procesos a través de indicadores

Una organización que haga seguimiento y análisis a todos sus procesos debe tener un sistema de medición, estos sistemas de medición en los procesos están compuestos por diferentes tipos de indicadores que permiten tener un control en todos sus procesos con el objetivo de saber en dónde se pueden implementar mejoras, los indicadores se deben trabajar de manera adecuada, es decir, recolectar información relevante respecto a todos y cada uno de los resultados que se obtiene, de forma que permitan “medir el funcionamiento de los procesos a través de la eficacia, eficiencia y flexibilidad o adaptabilidad del proceso” (Madrid, 2006), los indicadores ayudan a evaluar y a controlar los procesos, son piezas claves para la revisión y mejora de resultados, con la condición de que estos indicadores se identifiquen, seleccionen y formulen adecuadamente para cada proceso. Los procesos pueden medirse a través de uno o varios indicadores, siempre que estos aporten información idónea acerca de los resultados obtenidos. La organización que pretenda darle creación de valor al o a los procesos debe tener en cuenta los parámetros como eficacia, eficiencia y flexibilidad.

La **Eficacia** en las organizaciones es importante ya que mide el cumplimiento de los objetivos que se trazó la misma en un tiempo anterior, es decir, relaciona los “resultados obtenidos como consecuencia de la ejecución de una determinada actuación con respecto a lo que se tenía planificado” (Madrid, 2006), la eficacia de los procesos se mide a través de los indicadores de rendimiento o indicadores de percepción del cliente, ya que si se lograron los objetivos establecidos, los clientes tanto internos como externos están satisfechos con el bien y/o servicio que brindó la organización, el análisis de resultados de los indicadores de rendimiento o los indicadores de percepción al cliente, evidencia en qué porcentaje la organización satisfizo las necesidades y expectativas y dónde están las posibles oportunidades de mejora.

La **Eficiencia** del proceso en la organización, relaciona las salidas del proceso con todos los recursos que usó la organización para poder lograrlo, los indicadores de eficiencia pueden estar orientados al costo de cada unidad que produjo de un bien o los costos de la no calidad, la eficiencia determina el rendimiento del servicio ofrecido a sus clientes en la relación con su costo, compara ese mismo rendimiento con un estándar establecido y permite la mejora de los rendimientos obtenidos.

La **Flexibilidad o adaptabilidad del proceso** en la organización, permite que el proceso se pueda adaptar rápidamente a cambios que establece la misma organización en consecuencia, de las diferentes y fluctuantes expectativas de los clientes, el indicador que se defina y establezca para medir la flexibilidad o adaptabilidad del proceso debe tener en cuenta el grado de satisfacción de los clientes, los cambios repentinos en sus necesidades y expectativas, y medir en qué porcentaje el proceso es o no flexible.

2.6. Mejora de procesos

“La preocupación creciente por la adecuación de los procesos a la exigencia del mercado” (Zaratiegui, 1999), es un tema que deben tener en cuenta las organizaciones al momento de realizar sus metas, objetivos y estrategias en sus sistemas de gestión por procesos, ya que “mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes” (Cruelles, 2013), la organización puede mejorar sus procesos optimizando la efectividad y la eficiencia. La mejora de procesos debe estar acompañada de las diferentes personas que componen la organización, requiere responsables en los diferentes procesos, documentación, seguimiento, indicadores entre otros, debe estar compuesto por un ciclo, que permita conseguir una mejora continua enfocada al proceso.

2.6.1. Mejora continua

Teniendo en cuenta el sistema de gestión de calidad de las organizaciones, se parte de la idea que todo proceso se puede mejorar, por consiguiente, la mejora continua es una estrategia que usa la organización para mejorar la calidad de la misma, desde la descripción del proceso, estableciendo indicadores que permitan el funcionamiento de los procesos teniendo en cuenta la eficacia, la eficiencia y la flexibilidad, hasta la satisfacción del cliente. La mejora continua busca la excelencia, es aplicable a todos los ámbitos de la organización (clientes internos, clientes externos responsabilidad social y resultados del negocio) y permite la continua evolución de la organización. Una de las herramientas mas usadas para la mejora continua el ciclo PDCA o el ciclo Shewart/Deming.

2.6.2. Ciclo PDCA

Este ciclo llamado también ciclo de Shewhart o de Deming (Planificar, Realizar, Comprobar y Actuar) es una herramienta para la mejora continua “viene representado por un circulo que subraya la naturaleza constante del proceso de mejora” (Heizer et al., 1997), sirve como guía para actuar frente a diferentes situaciones, una de las cuales es resolver problemas, “el ciclo se compone de 4 fases y en cada una de ellas se pueden diferenciar subactividades” (Arbós and Babón, 2017) como se muestra a en la figura 2.5:

Planificar o Actuar: Es la primera fase del ciclo PDCA, donde la organización plantea los objetivos que quieren alcanzar y cuales métodos van hacer usados para poder lograrlo. La organización debe definir cuál es el problema raíz y de igual manera debe describir el proceso el cual va a ser sometido a la mejora.

Realizar o Planear: Es la segunda fase del ciclo PDCA, donde la organización debe evaluar los sistemas de medición, determinar las variables significativas, evaluar la capacidad

del proceso y optimizar el proceso.

Realizar o Hacer: Es la tercera fase del ciclo PDCA, donde se tienen en cuenta las dos primeras fases del ciclo, la organización verifica los efectos y resultados que surjan de aplicar las mejoras planificadas. Se debe comprobar si se han alcanzado los objetivos de lo contrario, se debe volver a la fase 1 del ciclo.

Actuar: Es la última fase del ciclo PDCA, donde la organización comprueba que las acciones establecidas dan el resultado esperado, es preciso realizar su normalización mediante documentación adecuada, descripción de lecciones aprendidas, descripción del proceso, es decir, controlar y hacer seguimiento al proceso para mejorar continuamente.

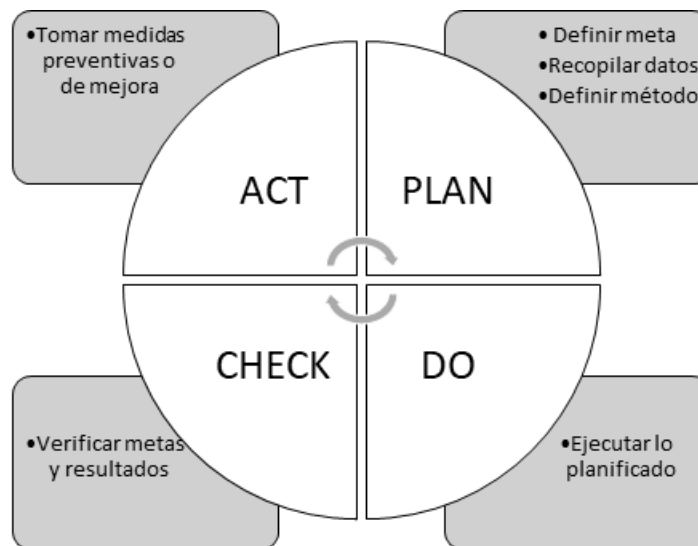


Figura 2.5.: Estructura general del ciclo PDCA o Deming

2.7. Herramienta de gestión

“La gestión de la calidad evoluciona a través de los años y unido a ello la gestión por procesos que adquiere importancia en las organizaciones” (Ruiz-Fuentes et al., 2014), la gestión por procesos es utilizada por varias organizaciones ya que unida a ella está la gestión de la calidad y la calidad total, la gestión por procesos tiene como objetivo centrarse en la identificación, planeación, estructuración, descripción y mejora de los procesos y en particular como estos procesos se interrelacionan con el personal, con otros procesos, cuántos recursos toman para su ejecución etc., los procesos absorben varios recursos para poder ser ejecutados adecuadamente, un recurso que se utiliza para medir, controlar y mejorar el mismo,

son las herramientas de gestión que son todas aquellas metodologías, aplicativos, modelos matemáticos, controles, entre otros, que sirven para la mejora continua en los procesos, éstas herramientas se pueden clasificar de como se muestra en la figura 2.6.

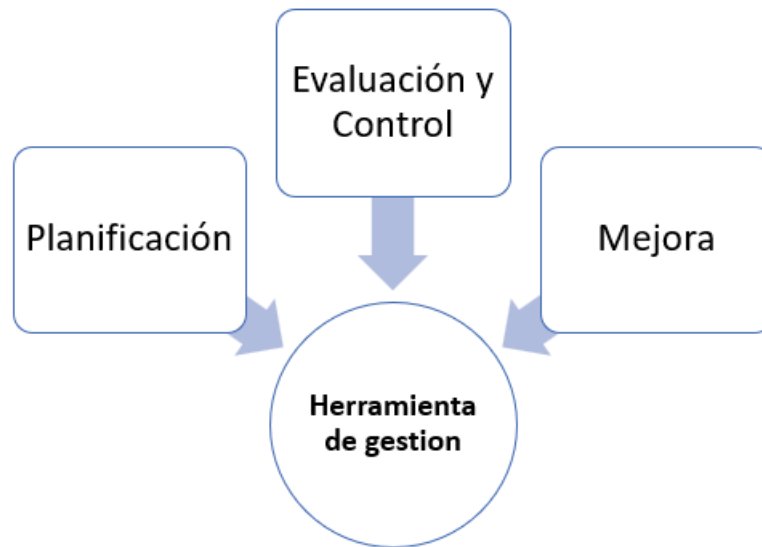


Figura 2.6.: Clasificación de herramientas de gestión según su finalidad.

2.7.1. De Planificación

Este tipo de herramientas facilitan y estandarizan la planificación de las actividades y tareas dentro de un proceso, ayuda con el diseño de futuros productos o servicios teniendo en cuenta la demanda, es una forma de gestionar procesos, algunas herramientas de planificación son:

- * **El diagrama de Gantt:** Es un método que usan las organizaciones para planificar y darle seguimiento a todas aquellas actividades y tareas anteriormente establecidas, el diagrama de Gantt permite planear a mediano y largo plazo.
- * **Poka-Yoke:** Es una técnica de calidad que permite evitar los errores en la cadena de producción, se pueden diferenciar por colores, tamaños, formas entre otros., estos ayudan tanto al operario como a la máquina a distinguir en que lugar se debe ensamblar un producto o parte del producto.
- * **Kanban:** Es un indicador visual que le permite a las personas ordenar el trabajo con unas etiquetas llamadas: pendientes, en proceso y terminadas, las actividades que tienen como pendientes son las que se necesitan realizar en un periodo de tiempo determinado, luego, en proceso que son las actividades que se están ejecutando en el momento y terminadas quiere decir, que logró terminar la actividad sin ningún problema, ésta herramienta permite agilizar las actividades que se están desarrollando.

- * **Diagrama Pert:** Es una herramienta que identifica y organiza procesos, tiene en cuenta el desarrollo de actividades precedentes de otros procesos, tiene en cuenta dónde éstas se interrelacionan entre sí y por último tiene en cuenta el tiempo que se demora en llevar a cabo dicha actividad para alimentar el proceso.

2.7.2. De Evaluación y Control

Estas herramientas permiten tener un seguimiento, evaluación y control a los procesos con el objetivo de buscar puntos débiles y poder atacarlos haciendo mejora continua en cada uno de ellos, algunas herramientas de evaluación y control son:

- * **El diagrama de Pareto:** También llamado curva 80 %-20 %, es una herramienta que permite visualizar los problemas o puntos débiles del proceso (80 %) a través de una gráfica, la organización analiza este tipo de gráfico y toma decisiones en cuanto a el problema del proceso para poder logra la mejora continua.
- * **El Cuadro de Mando Integral (Balance Scoreboard, o también Balance Score Card en inglés):** Es una metodología que permite obtener mejorar resultados a través del cumplimiento de los objetivos, satisfacción del cliente entre otros, se hace una evaluación de los indicadores y como evolucionan a través del tiempo para poder mejorarlos.
- * **El diagrama de Ishikawa:** Es un diagrama que muestra el conjunto de causas y como éstas se relacionan, permite mostrar todas aquellos posibles factores que de alguna manera estarían afectando a un efecto dentro de un proceso.
- * **Check list:** Son formatos que permiten verificar si las actividades o lista de requisitos se cumplen a cabalidad de una manera ordenada y rápida, dándole así certeza a la organización que su proceso tiene todos los requisitos establecidos por ellos o por factores externos.

2.7.3. De Mejora

Las herramientas de mejora sirven para mostrar los puntos débiles de los procesos, la organización ahorra tiempo y puede realizar los cambios en los procesos más críticos de una manera eficaz y eficiente, algunas herramientas de mejoras son:

- * **Ciclo Deming:** Es un ciclo que se divide en 4 partes, permite la mejora continua en los diferentes procesos que se aplique, teniendo en cuenta los objetivos de la organización.
- * **Benchmarking:** Es una herramienta que analiza las mejoras practicas de la organización, se comparan los bienes y/o servicios que ofrece la organización, los procesos, u otros componentes fuertes que tenga la competencia, con el fin de identificar las mejores prácticas y mejorar en los procesos.

- * **Lean Manufacturing:** Es una herramienta de calidad para facilitar el trabajo, permite mejorar la calidad de los procesos conociendo las necesidades y expectativas de los clientes, reduce el tiempo del ciclo de la operación, espera de inventarios o del proceso y por último reduce el coste total.
- * **Seis Sigma** Es una metodología que centra todas las fuerzas a mejorar los procesos, su objetivo es reducir al máximo los errores que por algún motivo se producen en el proceso.

3. Planeación de la Capacidad

Este capítulo muestra de qué manera la organización a través de sus sistemas de producción, responde a las necesidades del mercado teniendo en cuenta la formulación, planeación y programación de la capacidad como un factor clave, haciendo hincapié en la planeación de la capacidad en los servicios y sus factores llegando a describir el punto de equilibrio de una adecuada planeación, por último se muestra cómo se puede medir la capacidad del sistema de producción en una organización de servicios de educación.

3.1. Definición de Capacidad

Una de las claves del éxito de las organizaciones es saber qué necesidades y expectativas tienen las personas, “comprender lo que el cliente quiere y cómo proporcionárselo” ([Krajewski and Ritzman, 2000](#)). La segmentación del mercado es la identificación de características que tiene una parte de la población que justifica el diseño y el abastecimiento de los bienes y/o servicios que el grupo desea y necesita, de modo que las organizaciones puedan ofrecer, éstas necesidades del segmento deben ser evaluadas por la organización a nivel de competencia y cómo la competencia las están satisfaciendo, las características que el cliente desea en su bien y/o servicio son la calidad, el precio, la disponibilidad, la forma y rapidez de la entrega, el volumen y el grado de personalización, la organización una vez de evaluar las necesidades del segmento incorpora el diseño del producto y/o servicio a sus sistemas de producción, algunos beneficios para la organización por evaluar las necesidades es que mejora la rentabilidad de los productos o servicios que ofrecen, atraen nuevos clientes e intensifican la lealtad de los mismos y la organización abre mercados de oportunidad. Sin embargo, la organización para responder a las necesidades del mercado, necesita la planeación del sistema de producción, para ello se establece una estrategia donde la “proyección del crecimiento y desarrollo de su capacidad” ([Kalenatic et al., 2009](#)) son factores clave.

Para empezar con la planeación del sistema de producción, la organización necesita en primer lugar, instalaciones, equipos, mano de obra, suministros, entre otros., y por último lugar necesita saber, hasta dónde se pueden producir esos bienes y/o servicios con los recursos que disponen, en términos de cantidades producidas/mes o para organizaciones de servicios, personas atendidas en un rango de tiempo, es así como la formulación, planeación y la programación de la capacidad, ayuda a la organización a satisfacer las necesidades y expectativas de la demanda.

El término capacidad “implica el índice de producción que se puede alcanzar” (Chase and Jacobs, 2010), por ejemplo, para un hospital el índice de producción se mide a través de cuántos pacientes se lograron atender en el turno de 6am a 10pm. En efecto, se presentan algunas definiciones de capacidad presentadas por diferentes autores. La capacidad es “la tasa de producción máxima de un proceso o sistema” (Krajewski and Ritzman, 2000). Por otro lado, autores como Özcan et al. (2011) define capacidad como “el volumen de producción que se puede alcanzar en un tiempo determinado” y Narasimhan et al. (1996) la define como “la velocidad máxima que un sistema puede realizar un trabajo”, por último Nahmias et al. (2007) define la capacidad como “el número de unidades que la planta puede producir durante un cierto tiempo”. La importancia de conocer la capacidad del sistema de producción “radica en que éste conocimiento define los límites competitivos de la organización” (Simón Marmolejo, 2011), y así mismo se evalúan y ponen en marcha estrategias que permitan a la organización alcanzar sus metas, la planeación de la capacidad persigue un objetivo claro, maximizar la participación del mercado y se relaciona con la capacidad que tiene un proceso, mano de obra y/o maquina, costos relacionados con la producción, sus condiciones, cómo está administrada y organizada, y la disponibilidad para alcanzar las metas que se trazó la organización. “La capacidad está relacionada con la potencialidad tecnica y económica que posee un sistema u organización” (Kalenatic et al., 2005), para la elaboración de los bienes y/o servicios de una manera lógica y eficiente en un determinado tiempo. La capacidad se puede clasificar de la siguiente manera:

Capacidad Instalada: Esta capacidad es aquella que dispone de todas las maquinas, mano de obra, instalaciones y los demás recursos para producir al 100 % sin ningún tipo de interrupciones, puede alcanzar los niveles de producción máximo que una organización pueda esperar.

Capacidad Disponible: Esta capacidad está en función de la capacidad instalada, ya que está determinada por el tiempo que establece la organización para producir productos o servicios, tanto en horas como en días hábiles, el número de turnos, el número de maquinas, entre otros.

3.2. Planeación de la capacidad en los servicios

La planeación de la capacidad en las organizaciones de servicios tiene como objetivo, determinar la cantidad de recursos más adecuada que se debe ofrecer para lograr un nivel de servicio esperado, a fin de maximizar la relación costo-beneficio, también implica determinar el uso por cada unidad de servicio de cada recurso, “La capacidad en los servicios depende más del tiempo y la ubicación está sujeta a las fluctuaciones de una demanda más volátil y su utilización repercute directamente en la calidad de los servicios” (Chase et al., 2004). A continuación, se explican cada uno de los factores que se tienen en cuenta para la planeación

de la capacidad en los servicios.

El tiempo en los servicios es un factor muy importante ya que el cliente cuando demanda cualquier tipo de servicio debe estar totalmente disponible para él, a diferencia de los bienes, que pueden ser almacenados y ser usados en otra ocasión. La organización debe tener en cuenta que para la producción de su servicio, debe tener capacidad disponible para producirlo, ofrecerlo y poder satisfacer al cliente en el momento justo. **La ubicación en las organizaciones de servicios** son claves para su puesta en marcha, ya que a diferencia de la manufactura los bienes son distribuidos cuando es terminado su proceso de producción y llegan al cliente, sin embargo, para el caso de los servicios la capacidad debe distribuirse primero para luego producir y ofrecer el servicio a los clientes. **La volatilidad de la demanda en una organización de servicio** es mucho más alta que en las organizaciones de manufactura, ya que los servicios no se pueden guardar y el inventario no puede nivelar la demanda, un cliente necesita el servicio y al instante debe ser atendido, los clientes interactúan directamente con la organización de servicios y el comportamiento del cliente tiene una mayor volatilidad que se ve afectado por el clima, temporadas vacacionales entre otros.

Para la planeación de la capacidad de las organizaciones de servicio, la utilización de la capacidad y la calidad del servicio deben tener un punto de equilibrio, una inadecuada planeación de la capacidad en los servicios se ve reflejada en las siguientes situaciones, la primera de ellas es que la utilización del servicio ofrecido es bajo ya que la demanda se ve disminuida por cualquier factor pero la calidad del servicio es alta, y se logra el nivel de servicio esperado, y la segunda es si la utilización del servicio es alta, la calidad del servicio se ve directamente afectada. En pocas palabras, la planeación de la capacidad para ese servicio no se realizó de manera adecuada, ya que en la primera situación se esperaba atender a una demanda mucho mayor y la capacidad disponible incurre en costos para la organización y tiempos ociosos para los servidores, y en la segunda situación la planeación de la capacidad se realizó para una demanda menor y la capacidad disponible no da a basto, puesto que algunos clientes no podrán ser atendidos ya que ni las instalaciones ni los servidores están planeados para dicha demanda. Así pues, la organización debe planear, implementar y evaluar estrategias en cualquiera de las mencionadas situaciones. Cuando se ofrece un servicio, la capacidad instalada y la capacidad disponible ayudan a determinar el tiempo para producir el servicio y permite a la organización medir si los niveles de producción son los que esperan.

Para las organizaciones que ofrecen servicios como la educación, es muy importante identificar la segmentación del mercado al que quieren dirigirse, qué necesidades y expectativas tiene el segmento y cómo la institución y/o universidad puede satisfacer las mismas, teniendo en cuenta la competencia, el precio, la disponibilidad, entre otros, la planeación del sistema de producción de este tipo de organizaciones empieza con la ubicación, ya que sus clientes internos, como externos, (estudiantes, docentes, administrativos etc.) son los que necesitan desplazarse a las instalaciones para adquirir el servicio de manera presencial, desde enton-

ces se habla de capacidad y hasta dónde esta capacidad puede brindar y ofrecer el servicio educación de una manera que se alcance el equilibrio con la utilización de la capacidad y la calidad del servicio. La capacidad instalada de la organización de educación se puede ver como, la disposición de todos los recursos físicos, humanos, tecnológicos y demás, funcionando al 100 %, para la atención de la población estudiantil dando la mayor cobertura, la disponibilidad de todos los recursos que se tienen para realizar las funciones misionales de organización que ofrece servicios de educación se llama capacidad disponible, sin embargo, estas capacidades se ven afectadas por la presión que ejercen los estudiantes sobre la planta física, el consumo de recursos y la disponibilidad de estos recursos al momento de brindar el servicio, es aquí donde la organización debe medir la capacidad de su sistema de producción y encontrar que con los recursos que tienen y están disponibles cuánta población estudiantil logran atender teniendo en cuenta el punto de equilibrio.

3.3. Metodología para medir la capacidad de un programa académico

Para este trabajo de grado, el artículo de [Velásquez et al. \(2011\)](#), sobre una metodología para determinar la capacidad instalada de un programa académico, será utilizada para la medición del programa académico de ingeniería industrial de la universidad de Cundinamarca en la extensión Soacha. Esta metodología tiene por objetivo identificar la capacidad real que tiene el programa y para su desarrollo se establecen tres aspectos fundamentales:

1. Identificación del consumo de recursos de un estudiante representativo $Q(m)$: Es el aspecto que determina el tiempo de consumo del recurso por parte del estudiante teniendo en cuenta todos los núcleos temáticos que pertenecen a los diferentes semestres, éste aspecto considera los estudiantes que cumplen los prerrequisitos para el siguiente núcleo temático, los estudiantes reprobados, estudiantes matriculados por núcleo temático, tamaños de grupo y la intensidad horaria por núcleo temático.
2. Determinar la capacidad real disponible de recursos: Este aspecto mide la disponibilidad de las instalaciones de la universidad y los espacios académicos que utiliza el programa académico, teniendo en cuenta el funcionamiento de las instalaciones en días hábiles, horarios de trabajo y la utilización de la capacidad.
3. Identificar la relación entre consumo y capacidad: Este aspecto compara la relación que existe entre los estudiantes inscritos en el programa académico y la utilización de la capacidad.

1. Consumo del recurso de un estudiante representativo (Q_m)

Un estudiante representativo es aquel que resume el comportamiento promedio de todos los estudiantes, al momento de inscribir núcleos temáticos para los diferentes semestres, los estudiantes tienen una capacidad de consumo. Para encontrar *la capacidad de consumo de un estudiante representativo* (F_j), se necesitan dos elementos:

- A) El tiempo de consumo del recurso en el espacio académico para un estudiante representativo en un semestre m (Q_m).
- B) La cantidad de estudiantes matriculados en un semestre m (X_m).

Como se muestra en la siguiente ecuación:

$$F_j = \frac{\sum_{m \in M(j)} [X_m * Q_m]}{\sum_{m \in M(j)} [X_m]} \quad (3-1)$$

A. El tiempo de consumo del recurso

El tiempo de consumo del recurso en el espacio académico para un estudiante representativo en el semestre m (Q_m), está determinado por el consumo generado de todos los núcleos temáticos que pertenecen al semestre $i(m)$ y el número de estudiantes que pueden inscribirse.

$$Q_m = \sum_{i \in 1(m)} k_i \forall m \quad (3-2)$$

El tiempo semanal de recursos en el espacio académico consumido por un estudiante representativo, que está inscrito en el núcleo temático i , se denomina *Carga Unitaria* (K_i), ésta estimación supone que los tamaños de los grupos son iguales para cada núcleo temático.

$$k_i = H_i * \frac{T_i}{G_i} \quad (3-3)$$

Donde:

El tiempo necesario (T_i): representa las horas semanales requeridas por un docente en un espacio académico para impartir todo el curso en sesiones para el núcleo temático i .

Tamaño del grupo (G_i): representa la cantidad de estudiantes permitidos en cada grupo programado para el núcleo temático i .

Tasa de inscripción efectiva (H_i): es la tasa de estudiantes inscritos en el núcleo temático i con respecto a todos aquellos que fueron elegibles para la inscripción.

$$H_i = \frac{M_i}{L_i} \quad (3-4)$$

Los alumnos matriculados (M_i): El número de alumnos matriculados (en El sistema de información) para asistir al núcleo temático i , mientras que **los estudiantes aptos (L_i)**, son la cantidad de estudiantes que cumplen con los requisitos para inscribirse en el núcleo temático en el próximo semestre.

Para calcular el número de estudiantes que cumplen con los requisitos para inscribirse en un núcleo temático L_i :

$$L_i = NOP_i + R_i \quad (3-5)$$

Donde los **estudiantes reprobados (R_i)**, representan el número de estudiantes inscritos al final del período que no aprueban el núcleo temático i ; y los **nuevos estudiantes elegibles (NOP_i)** representan la cantidad de estudiantes que pueden inscribirse en el núcleo temático i por primera vez, lo que significa que han completado y aprobado todos los núcleos temáticos de requisitos previos en el semestre.

$$NOP_i = \text{Min} (A_1, A_2, A_3, \dots, A_p) \quad (3-6)$$

A_p Es el número de estudiantes que pasaron el núcleo temático p que es un prerrequisito para el núcleo temático $i, P(i)$.

B. Cantidad de estudiantes matriculados en un semestre $m(X_m)$

$$X_m = \frac{\sum_{i \in (m)} [S_i + E_i] * k_i}{Q_m} \quad (3-7)$$

E_i es el número esperado de estudiantes dados los parámetros iniciales para el núcleo temático i que no se inscribirán en el siguiente semestre:

$$E_i = (1 - H_i) * (L_i + \overline{E}_i) \quad (3-8)$$

Dónde \overline{E}_i , es la estimación de **E_i** , en el período inmediatamente anterior.

Del mismo modo, para el cálculo de estudiantes por semestre es necesario encontrar el **número esperado de alumnos registrados (S_i)** que representa el número total de estudiantes que, dados los parámetros iniciales para el núcleo temático i , consumen recursos como espacios académicos y docentes:

$$S_i = H_i * (L_i + \bar{E}_i) * (1 - TD_m) \quad (3-9)$$

La tasa de deserción (TD_m) es un porcentaje que refleja el comportamiento histórico de aquellos estudiantes que comenzaron sus estudios, pero por varias razones decidieron abandonar la universidad.

El número de estudiantes representativos registrados en el semestre m (X_m) es útil para determinar el **número esperado de estudiantes matriculados en el programa académico j (Y_j)**

$$Y_j = \sum_{m \in M(j)} [X_m] \quad (3-10)$$

2. Capacidad real disponible de recursos

Es importante identificar la capacidad instalada de la universidad, medida por el número de horas de espacios académicos disponibles. El recurso consolidado del espacio académico es dado por:

$$CSR_j = \sum_z C_{jz} * UT * MBR * NDD \quad (3-11)$$

Dónde:

NDD son los días de semana disponibles para programar clases.

Tiempo umbral (MBR) El horario de trabajo de la universidad, es el tiempo durante el cual los espacios académicos se utilizan solo para actividades académicas.

Utilización en el aula (UT) es la tasa de horas utilizada para impartir un núcleo temático dividido por el total de horas disponibles. Se agrava por todas las horas programadas en el espacio académico más todas las horas programadas en los espacios académicos más las horas que podrían programarse.

C_{zj} Número de tipo de espacio académico z disponible para un programa académico j .

Está compuesto de espacio académico disponible para uso por cualquier programa académico (Oz) y espacio académico que solo esté disponible para programas académicos perteneciente a la misma facultad (Uz). TCj es el porcentaje de lo que pertenece a un solo programa.

3. Relación entre el consumo y la capacidad

Capacidad real determinada en estudiantes representativos (SQj) resume el número total de usuarios atendidos por el programa académico j con todo el recurso del espacio académico asignado a sí mismo. Está definido por la ecuación 3-12:

$$SQj = \frac{CRSj}{Fj} \quad (3-12)$$

La variable *estudiantes inscritos en el Programa Académico $j(yj)$ es la misma que la capacidad real variable determinada en estudiantes representativos (SQj)* en el estado real.

Debido a esto, una comparación de estas dos variables podría llevar a las siguientes conclusiones:

Si $Yj > SQj$ entonces el programa académico j no tiene o no tendrá la infraestructura necesaria para atender a su población estudiantil. Requiere inversiones a corto plazo y medidas o estrategias para mantener los niveles de servicio y evitar el deterioro o la calidad del programa.

Si $Yj \sim SQj$ luego el uso de la infraestructura disponible es suficiente para satisfacer los requisitos de consumo de capacidad de los estudiantes matriculados en el programa académico j . Es necesario analizar la tendencia a tomar decisiones con respecto a la evolución futura de la capacidad disponible.

Si $Yj < SQj$ entonces el programa académico j está infrautilizando el número de horas de recurso en el espacio académico disponible para sí mismo, posiblemente en favor de la calidad académica o fuera de la ignorancia. El consejo dado es comprobar los motivos y adoptar medidas correctivas que permiten un mejor balance de la capacidad disponible para otros programas académicos.

4. Actividad: Preasignación docente

Este capítulo muestra el modelo de gestión de la universidad de Cundinamarca compuesto por macroprocesos estratégicos, misionales, de apoyo y, de seguimiento, medición, análisis y evaluación, se enfoca en el macroproceso misional, que es la razón de ser del modelo de operación digital de la Ucundinamarca. El macroproceso misional está compuesto por tres procesos misionales y cuatro procesos transversales. El proceso de formación y aprendizaje es uno de los tres procesos misionales, se muestra de manera descriptiva, haciendo énfasis en la estructura del proceso a través del *Hacer* del ciclo PDCA, con la intención de desglosar el procedimiento de la planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial, para evidenciar de qué manera se realiza la preasignación docente y proponer una mejora a dicha actividad.

4.1. Sistema de Gestión de Calidad de la Ucundinamarca-SGC

La universidad de Cundinamarca es una institución pública, se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca con sede principal en Fusagasugá, con dos seccionales (Girardot y Ubaté) y cinco extensiones (Chía, Choconta, Facatativá, Soacha y Zipaquirá), ofrece programas académicos como tecnologías, pregrados y posgrados.

La Universidad de Cundinamarca inició la implementación del SGC en el año 2007, está inspirado en dos enfoques, por una parte, en la misión institucional, que tiene por objetivo formar integralmente profesionales con alta calidad académica formados en los aspectos fundamentales del conocimiento pos moderno y coherentes con el contexto socio-económico nacional y global, por otra parte, en el proyecto institucional, que tiene por objetivo orientar el proceso educativo y está constituido por la excelencia para la toma de decisiones. El propósito del SGC de la Universidad es fortalecer el desempeño institucional y la capacidad para ofrecer servicios de educación superior, teniendo en cuenta, las necesidades y expectativas de actuales y futuros usuarios. Una de las características del SGC es su flexibilidad, compatibilidad y complementariedad con el sistema de control interno de la universidad, además el SGC se basa en la mejora continua y maneja el círculo PHVA o PDCA.

Teniendo en cuenta el manual de calidad de la universidad y la resolución 156 del 2017, se crea el modelo de gestión llamado “Modelo de Operación digital de la UCundinamarca”

donde se determina la secuencia y la interacción entre Macroprocesos y procesos que lo integran.

Modelo de Operación Digital de la UCundinamarca

El modelo de operación digital, se compromete a brindar servicios de alta calidad de acuerdo a las necesidades y expectativas de los clientes, la figura 4.1, muestra la representación general de los macroprocesos misionales, estratégicos, de apoyo y, de seguimiento, medición, análisis y evaluación, que en su interacción maximizan la misión de la universidad.



Figura 4.1.: Modelo de gestión de la Universidad Cundinamarca

Para un mejor entendimiento del modelo de gestión de la universidad se establecen las definiciones de los macroprocesos:

- a. Macroproceso Estratégico:** Este macroproceso está orientado a la visión, misión y los valores de la universidad, éstos se alinean para brindar el servicio al plan estratégico.
- b. Macroproceso Misional:** Es la razón de ser del Modelo de Operación Digital, teniendo en cuenta la naturaleza educativa de la Institución, la misión, la planeación estratégica y los demás documentos estratégicos. Se alinea al Proyecto Educativo Universitario (PEI) a través de los procesos de Formación y Aprendizaje, Interacción Universitaria y Ciencia, Tecnología

e Innovación y un lineamiento transversal integrado por procesos que complementan la línea misional.

c. Macroproceso de Apoyo: Procesos que brindan soporte a través de la gestión de los diferentes departamentos de la universidad.

d. Macroproceso de Seguimiento, Evaluación y Control: Son aquellos procesos en los cuales se revisan si lo planificado se ejecutó en términos de eficacia y eficiencia operativa y administrativa, así mismo, fortalecen y retroalimentan el SGC para la mejora continua de la universidad.

4.1.1. Macroproceso Misional

Actualmente, este macroproceso que es la razón de ser del modelo de gestión de la universidad, está compuesto por varios procesos que se dividen como se muestra en la figura 4.2. Por un lado, se encuentran los procesos misionales, que se componen por formación y aprendizaje, ciencia, tecnología e innovación e interacción universitaria, por otro lado, se encuentran los procesos transversales que se componen por admisiones y registro, bienestar universitario, internacionalización y graduados.

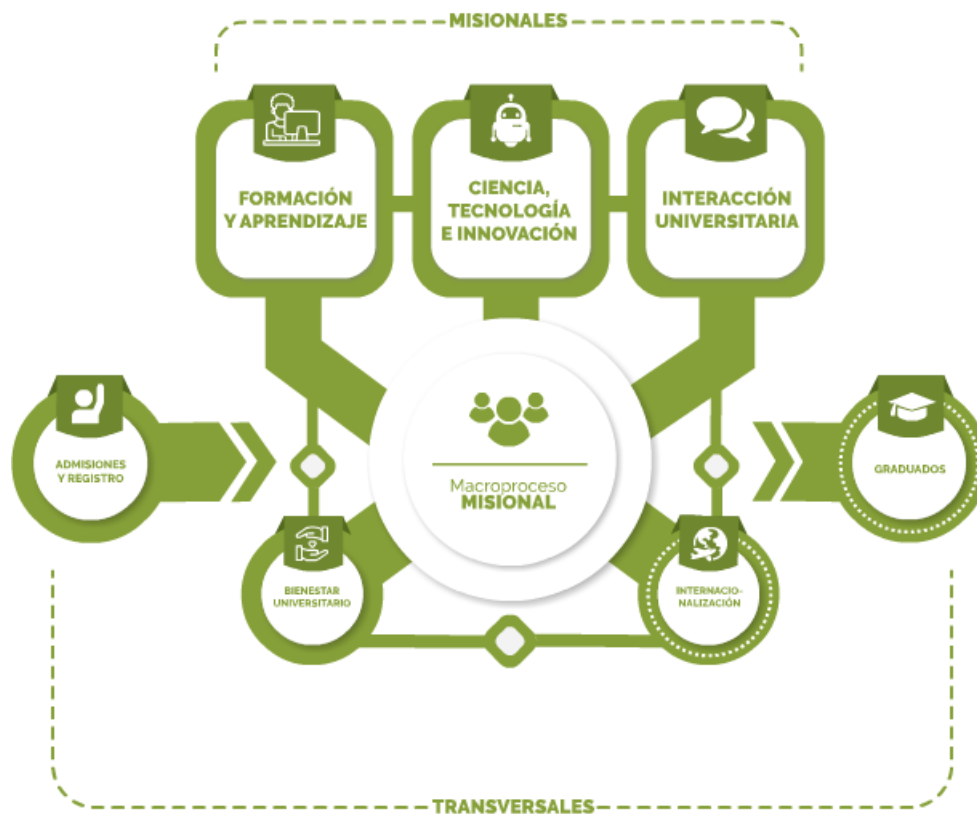


Figura 4.2.: Macroproceso Misional de la Ucundinamarca

Procesos Misionales

- Formación y aprendizaje: Este proceso permite asegurar la formación, el aprendizaje y la gestión del conocimiento tanto a los estudiantes como a los docentes.
- Ciencia Tecnología e innovación: Generar y transferir conocimiento aportando al desarrollo de la comunidad a través de proyectos de investigación.
- Interacción universitaria: Tiene en cuenta las necesidades y expectativas del cliente interno y externo para así poder continuar con la generación del conocimiento satisfaciendo las necesidades.

Procesos Transversales

- Admisiones y registro: Garantiza el cumplimiento de los requisitos sobre selección, admisión, permanencia y graduación de los estudiantes de la universidad.
- Bienestar Universitario: Mejorar la calidad de la comunidad universitaria a través de actividades deportivas, culturales, recreativas, promoción y prevención entre otras.
- Internacionalización y Graduados: Actualmente son procesos que se encuentran en construcción.

4.1.2. Proceso Formación y Aprendizaje

Como se ha mostrado, el macroproceso misional es la razón de ser del modelo de gestión de la universidad, está compuesto por procesos misionales y procesos transversales, el proceso de formación y aprendizaje hace parte de uno de los tres procesos misionales del macroproceso misional, este proceso tiene como objetivo, asegurar la calidad de la formación, el aprendizaje y la gestión del conocimiento que le permita al estudiante ser creador de oportunidades, autónomo, crítico y propositivo, para dar respuesta efectiva y de impacto al desarrollo social y al docente ser gestor de innovación y emprendimiento. La figura 4.3, muestra el ciclo Deming del proceso de formación y aprendizaje de una manera general y se tiene en cuenta la política de calidad de la universidad, expresada formalmente por la alta dirección para enfocarse en el *Hacer* del mismo, en éste trabajo de grado.

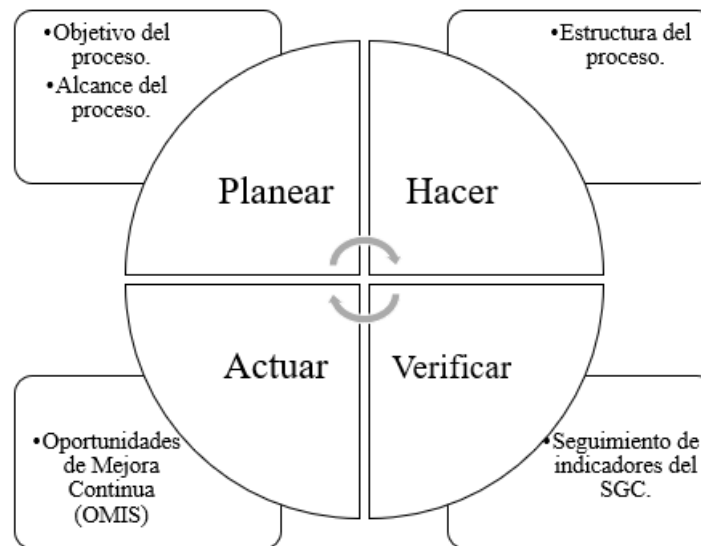


Figura 4.3.: Estructura del ciclo PDCA en el proceso de Formación y Aprendizaje.

Estructura del proceso de Formación y Aprendizaje

Actualmente, existen diez procedimientos que hacen parte de la estructura documental del proceso de Formación y Aprendizaje- **MFA**, sin embargo, éste proyecto de grado se centrará en el procedimiento **MFAP08**, para su descripción y propuesta de mejora.

1. Acompañamiento para la formación integral del estudiante MFAP03.
2. Gestión de plataformas informáticas de la educación virtual MFAP06.
3. Producción de recursos educativos digitales MFAP07.
4. Planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial MFAP08.
5. Monitorias académicas MFAP09.
6. Control de las salidas no conformes MFAP11.
7. Seguimiento a graduados MFAP12.
8. Salidas académicas MFAP13.
9. Cursos de actualización y profundización MFAP14.
10. Gestión del cambio MFAP15.

Planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial - MFAP08

El procedimiento de la Planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial, es un procedimiento que ayuda a fortalecer el proceso de formación y aprendizaje, este procedimiento tiene como **objetivo** establecer la metodología y actividades que permitan la planeación de la dedicación y la actividad académica de los docentes de carrera y de vinculación especial. Así mismo, su **alcance** inicia con la proyección del cronograma de actividades, continua con el diseño de pre-asignación docente y asignación de la actividad docente, concluye con la recepción y entrega de las copias del certificado de disponibilidad presupuestal y la asignación docente para dar inicio al procedimiento ATHP08 (Procedimiento Contratación de servidores públicos ocasionales), (Véase el anexo [A](#)).

Donde:

La dedicación académica: es el tiempo de dedicación de cada uno de los profesores que pertenecen a la universidad, al desarrollo de actividades en docencia, investigación, interacción social universitaria y administración académica en un periodo académico.

La preasignación docente: establece el número, la dedicación y la actividad académica de los profesores de acuerdo a la normativa interna y necesidades de cada uno de los programas, el responsable de esta actividad es el director o coordinador de cada programa académico.

La asignación docente: Es la asignación de actividades académicas para cada uno de los profesores de vinculación especial, se realiza de acuerdo al calendario académico, de la organización, éste se realiza por periodos académicos, la asignación docente tiene en cuenta el número total de horas de dedicación a las diferentes actividades según la vinculación, categoría en el escalafón del profesor y responsabilidades académicas asignadas por categoría.

Teniendo en cuenta, el acuerdo 024 del 4 de julio del 2007 “Por el cual se expide el estatuto del profesor de la universidad de Cundinamarca” donde se establece: Por un lado, la categoría y/o escalafón profesoral al que pertenece el docente según la carrera profesional en la que se encuentre y por otro lado, la dedicación docente y la clasificación de profesores según la forma de vinculación a la Universidad.

El escalafón profesoral comprende las siguientes categorías:

Profesor Auxiliar: para pertenecer a este escalafón es necesario tener un pregrado, especialización y 1 año de experiencia docente.

Profesor asistente: para pertenecer a este escalafón es necesario tener un pregrado, posgrado y 2 años de experiencia docente.

Profesor asociado: para pertenecer a este escalafón es necesario tener una maestría, 3 años de experiencia docente y 3 años en investigación.

Profesor titular: para pertenecer a este escalafón es necesario tener un doctorado, 4 años de experiencia docente y 5 años en investigación.

La clasificación de profesores según la forma de vinculación a la universidad esta dada por la tabla 4-1, donde: el docente de carrera, puede tener su dedicación académica exclusiva, tiempo completo o medio tiempo pero no puede dedicarse 12 horas/semana, el docente ocasional, puede tener dedicación académica de tiempo completo o medio tiempo pero no puede dedicarse 12 horas/semana ni tampoco puede dedicarse exclusivamente a la universidad, el docente catedrático, puede tener su dedicación académica de solo 12 horas/semana, no puede dedicarse en los demás y por último el docente visitante, tiene su dedicación académica de acuerdo a las actividades que desempeña dentro de la universidad como se muestra en la tabla.

Clasificación de los Profesores Según la Forma de Vinculación a la Universidad					
Dedicación	Exclusiva	Tiempo Completo (40 Hrs/Semana)	Medio Tiempo (20 Hrs/Semana)	12 Hrs /Semanas	Otras
De Carrera	x	x	x		
Ocasional		x	x		
Catedrático				x	
Visitante					Desempeña actividades culturales, artísticas, filosóficas entre otras

Tabla 4-1.: Dedicación docente y clasificación de profesores de acuerdo a su vinculación con la Universidad, según el acuerdo 024 del 2007.

En pocas palabras, la clasificación de profesores y el escalafón profesoral están estrechamente ligados, existen varias figuras o modelos de docente, por llamarlo de alguna manera, por

ejemplo: el profesor ocasional de tiempo completo que pertenece al escalafón asociado, puede ser un tipo de profesor que hace parte de la planta docente de la universidad, así sucesivamente se presta la oportunidad de clasificar a los diferentes profesores que están vinculados a la universidad.

De manera que, la dedicación de los profesores en la preasignación docente esta determinada por el acuerdo 006 del 7 junio de 2016 “Por medio de la cual se reglamenta la dedicación y la actividad académica de los profesores de la universidad de Cundinamarca y se dictan otras disposiciones” donde se establece el tiempo de dedicación de los profesores al desarrollo de las actividades académicas como (docencia, investigación, extensión y proyección social), este acuerdo tiene en cuenta las consideraciones del acuerdo 024, (número total de horas de dedicación a las diferentes actividades según su vinculación y el escalafón).

Los componentes de la labor del profesor son así: (Actividades de formación y aprendizaje, ciencia tecnología e innovación, interacción universitaria, formación y perfeccionamiento, y administración académica), cada componente comprende de diferentes actividades, las cuales serán asignadas a los docentes.

Donde:

Formación y Aprendizaje: Actividades curriculares orientadas al desarrollo de programas académicos que hacen parte de los planes de estudio de las diferentes ofertas que tiene la universidad. Estas actividades se dividen en dos:

Actividades de formación y aprendizaje directo: Tiempo de dedicación del profesor a las actividades de relación con los estudiantes, estas son: orientación y desarrollo de núcleos temáticos, dirección coordinación y supervisión de estudiantes y retroalimentación y seguimiento del proceso de aprendizaje.

Actividades de formación y aprendizaje indirecto: tiempo de dedicación del profesor para la planificación y acompañamiento de los procesos de aprendizaje, estas son: acompañamiento en proceso de aprendizaje, elaboración de materiales para la enseñanza, preparación de clase, dirección y asesoría de trabajos de grado, entre otros.

Ciencia, tecnología e innovación: acciones, tareas y trabajos que contribuyen a la generación del conocimiento científico y tecnológicos que los profesores realicen individualmente o en grupo. Estas actividades se enmarcan en el desarrollo de las líneas de investigación institucionales y temáticas definidas por cada facultad, estas son: dirección o coordinación de la investigación en sedes y programas, dirección de grupos de investigación, investigador principal en formulación y ejecución de proyectos, formación para la investigación (semilleros, auxiliares de investigación, jóvenes investigadores), entre otros.

Interacción Universitaria: se articula con la investigación e innovación a los procesos de

enseñanza-aprendizaje y a los servicios universitarios, tiene como finalidad la producción, construcción y transferencia de conocimiento, permitiendo interacción y diálogo con la comunidad universitaria.

Administración académica: acciones, tareas y trabajos de las actividades docentes, investigadoras y de transferencia de conocimiento.

Formación y perfeccionamiento: acciones, tareas y trabajos que contribuyen al perfeccionamiento de capacidades y competencias de las actividades anteriores.

Para la asignación del tiempo de dedicación docente semanal se tienen en cuenta unas horas máximas (Estatuto del profesor) y unas horas mínimas, como se muestra en la tabla 4-2.

Horas Categoría	Formación Aprendizaje Límite Mínimo		Límite Máximo	
	Directa	Indirecta	Ciencia, Tecnología e Innovación	Interacción Universitaria
Instructor	16	8	16	16
Auxiliar	16	8	16	16
Asistente	16	8	16	16
Asociado	8	4	28	0
Titular	4	2	34	0

Tabla 4-2.: Dedicación docente en horas mínimas para vinculación de tiempo completo, según el acuerdo 006 del 2016.

Las asignación de las actividades académicas no pueden exceder a las que se muestran en la tabla 4-1, así mismo, el máximo de horas que podrá tener un docente de tiempo completo en actividades directas no puede exceder a 24 horas, las actividades de ciencia, tecnología e innovación están sujetas a una vinculación a un grupo de investigación con un proyecto aprobado y las actividades de interacción universitaria serán asignadas a los docentes que tienen proyectos avalados.

Como se ha mostrado, para llevar a cabo el procedimiento de la planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial y siguiendo su alcance, se tienen en cuenta dos acuerdos: 1. El estatuto del profesor para dar la clasifi-

cación y la categoría a la que pertenecen los docentes y 2. El acuerdo 006 del 2016 donde se establece el tiempo de dedicación y la actividad académica de los profesores de la universidad. El coordinador o director de programa, debe tener en cuenta estas consideraciones para empezar con la elaboración de la preasignación docente de acuerdo a la necesidades del programa académico, la elaboración de la preasignación docente debe tener en cuenta la apertura del número de grupos, el número de estudiantes y los proyectos aprobados del programa, de acuerdo a la necesidad que se presenta en el mismo, una vez aprobada la preasignación docente, se elabora la asignación docente, donde se establece el número de profesores, verificando que cumplan con los requerimientos del programa.

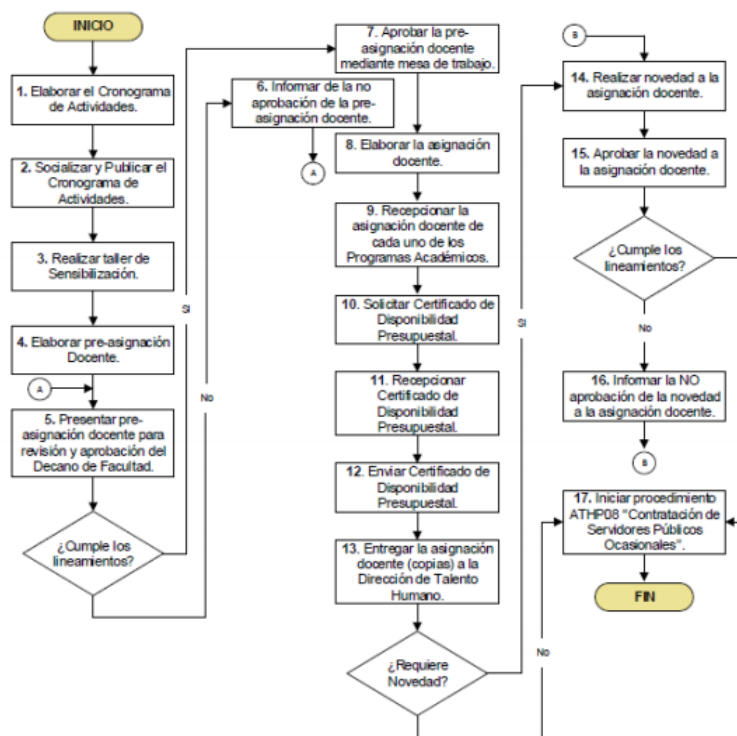


Figura 4.4.: Representación gráfica del procedimiento MFAP08

En la figura 4.4, se presenta la secuencia de todas las actividades necesarias que se usan en el procedimiento de la planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial de la universidad de Cundinamarca, donde se elabora el cronograma de actividades, se socializa y se publica para empezar con el procedimiento MFAP08, luego se realiza un taller de sensibilización del manejo del software a los coordinadores o directores de los programas académicos, se elabora la preasignación docente de acuerdo a las necesidades del programa, se presenta la preasignación docente al decano de facultad y se espera su aprobación mediante la mesa de trabajo con los actores académicos misionales, se elabora la asignación docente, se recepciona la asignación docente firmada por

el decano, se solicita, recepciona y envía el certificado de disponibilidad presupuestal y se entrega la asignación docente a desarrollo académico y a talento humano.

4.1.3. Mejora Continua en la Preasignación docente.

Una de las actividades mas importantes que tiene el procedimiento MFAP08, es la actividad número cuatro, donde se realiza la preasignación docente, ya que desde ese punto, se establece la dedicación y asignación del docente en función de los requerimientos del programa. La preasignación docente es una de las actividades y responsabilidades que tiene el coordinador o director de cada programa académico de la universidad de Cundinamarca, se realiza un periodo académico anterior al que se estaría aplicando o ejecutando, éste debe tener en cuenta cuántos grupos necesitan apertura para cada núcleo temático, el número de estudiantes que van a ser atendidos en el programa y la dedicación y actividad de los docentes, suponiendo que, la preasignación docente tenga también en cuenta el número de estudiantes inscritos por el programa académico, los estudiantes nuevos inscritos, los estudiantes aprobados y reprobados por núcleo temático, para que funcione de manera adecuada, es decir, la preasignación debe tener en cuenta el comportamiento de la demanda del programa académico, los recursos que utiliza para su funcionamiento, las instalaciones y los acuerdos mencionados anteriormente.

Este trabajo de grado propone una mejora a la actividad cuatro del procedimiento MFAP08 Planificación de la dedicación y la actividad académica de los profesores de carrera y de vinculación especial, ya que no hay un control establecido por la universidad para realizar esta actividad y el responsable (Coordinador o director de cada programa académico de la universidad) realiza la preasignación docente de manera libre.

5. Capacidad Instalada en la Extensión Soacha

Este capítulo describe la extensión Soacha y hace medición en el (i) comportamiento de la demanda: de una manera general para los programas académicos que ofrece la extensión desde sus inicios hasta la actualidad, cómo el comportamiento de la demanda ha incrementado y de qué manera los programas admiten nuevos estudiantes, la (ii) caracterización de la planta física: como está compuesta la extensión en términos de espacios académicos, su capacidad en estudiantes, cómo se distribuyen, su área total y su área promedio, los (iii) índices de ocupación: de cada espacio académico comparando con una norma internacional y una norma nacional, permitiendo evaluar los espacios académicos, luego, cómo estos a través de la programación académica que realizan los programas (iv) usan la capacidad instalada y disponible a través de franjas horarias y día. Por último, se hace la medición de la capacidad real de un programa académico teniendo en cuenta todos los criterios anteriores.

5.1. Generalidades de la Extensión

Como se mencionó en el capítulo anterior una de las extensiones de la Universidad de Cundinamarca se ubica en el municipio de Soacha, creada en el año 2000 para fortalecer la formación de profesionales de la región. Actualmente, la extensión oferta tres programas de pregrado, 2 de tipo profesional universitario y 1 tecnológico, 2 postgrados de tipo especialización, una presencial y otra virtual.

Pregrado

- Profesional en Ciencias del deporte y la Educación Física.
- Ingeniería Industrial.
- Tecnología en Desarrollo de Software.

Posgrado/Especializaciones

- Especialización en Procesos Pedagógicos del Entrenamiento Deportivo. (Presencial)
- Especialización en Gestión de Sistemas de Información Gerencial. (Virtual)

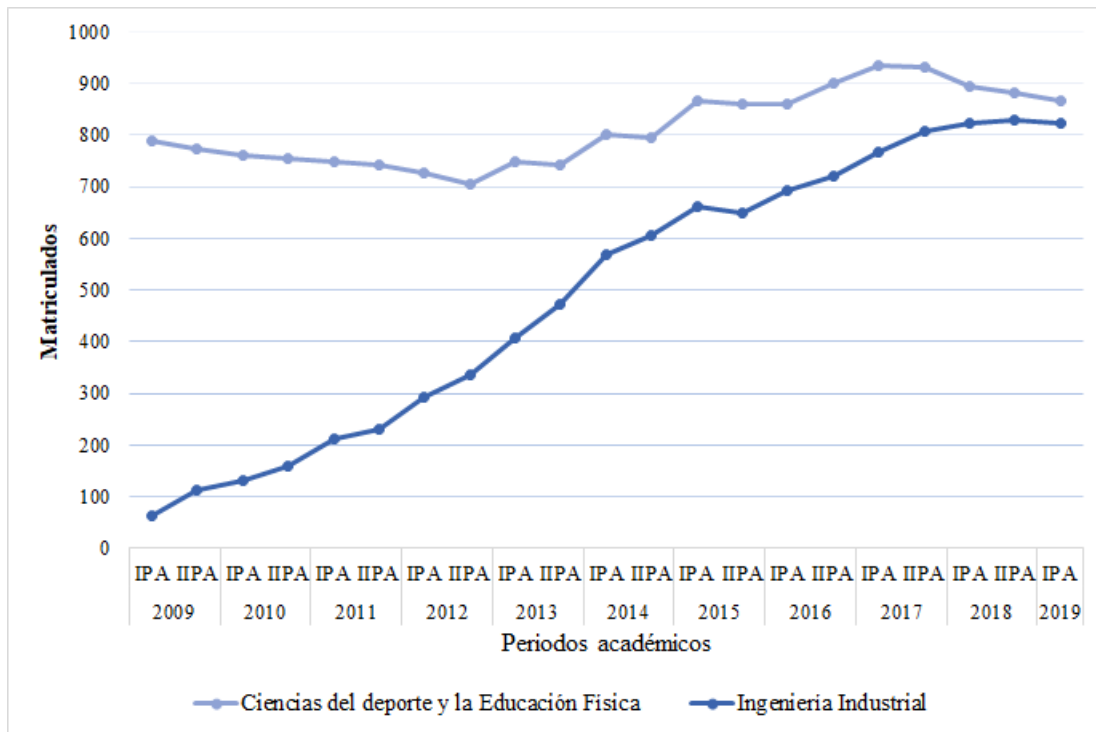


Figura 5.1.: Consolidado de estudiantes matriculados de los programas: Ingeniería Industrial y Ciencias del Deporte en la Extensión Soacha

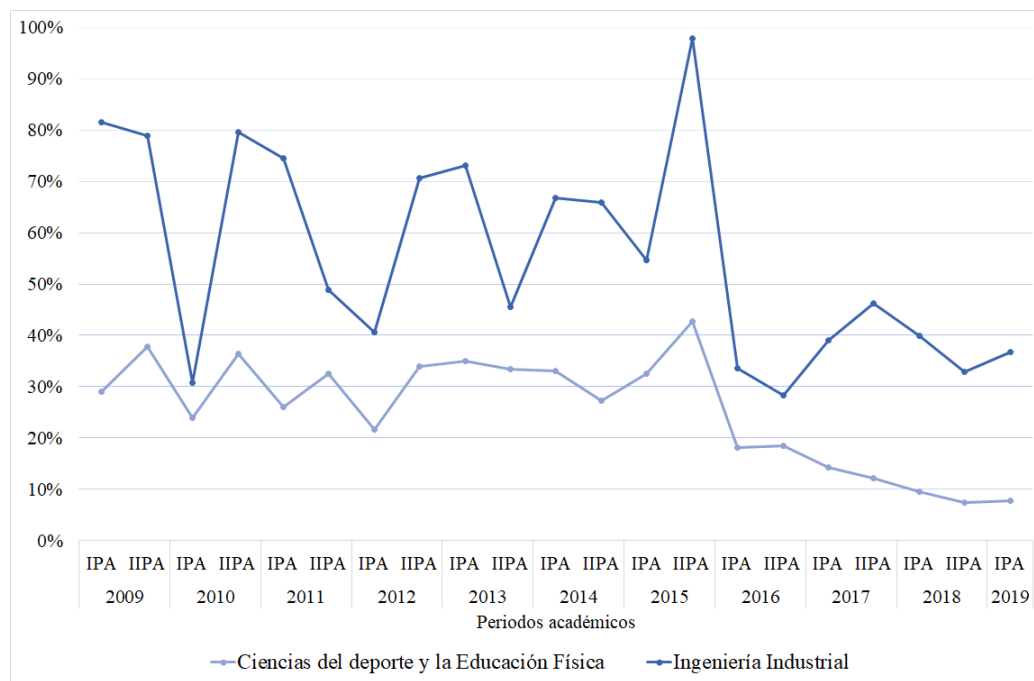


Figura 5.2.: Porcentaje de admitidos respecto a los inscritos de los programas: Ingeniería Industrial y Ciencias del deporte en la Extensión Soacha.

La gráfica 5.1 muestra el comportamiento de la demanda de estudiantes matriculados de los dos programas profesionales de pregrado, desde el año 2009 primer periodo académico (IPA) hasta el año 2019 IPA. Para el programa de ciencias del deporte y la educación física, se evidencia que la demanda empieza con 789 estudiantes matriculados, manteniéndose en el rango de atención del servicio hasta el año 2012 IIPA con 705 estudiantes, siendo esta la demanda más baja en los veintiún periodos académicos, luego el programa atiende para el año 2017 IPA, 934 estudiantes siendo esta la demanda mayor en los veintiún periodos académicos, actualmente el programa atiende 866 estudiantes. Para el programa de ingeniería industrial se evidencia un claro incremento de la demanda en los veintiún periodos académicos desde el 2009 IPA hasta el 2019IPA, el programa empieza con 62 estudiantes, en el año 2015 IIPA baja la demanda de 662 a 650 estudiantes, sin embargo, la demanda incrementa para el año 2016 IIPA con 720 estudiantes, para el año 2018IIPA la demanda del programa es la más alta con 829 estudiantes matriculados, actualmente el programa atiende a 824 estudiantes. Como se ha mostrado, los dos programas de pregrado profesionales han incrementado su demanda en los veintiún periodos académicos (Véase el anexo B), sin embargo, la gráfica 5.2 muestra cómo los programas tanto de ingeniería industrial como el programa de ciencias del deporte y la educación física, admiten estudiantes respecto a los que aspiran ser admitidos (inscritos), es decir, en que porcentaje el programa admite estudiantes respecto a los que se inscriben en los diferentes periodos académicos, desde el año 2009IPA hasta el año 2019IPA. Para el programa de ciencias del deporte y la educación física, se evidencia que a través del tiempo admiten de manera porcentual menos estudiantes, debido a que los inscritos aumentan y la tasa de admisión no es constante y se ve afectada, para el año 2009 IPA, el programa admitió el 29 % del total de inscritos (335) y actualmente se admite el 8 % del total de inscritos(1223). Para el programa de ingeniería industrial de la misma manera, se evidencia que a través del tiempo admiten de manera porcentual menos estudiantes, debido a que los inscritos aumentan y la tasa de admisión no es constante y se ve afectada, para el año 2009 IPA, el programa admitió el 82 % del total de inscritos(103), para el año 2015 IIPA, la tasa de admisión fue del 98 % ya que en este periodo los inscritos fueron muy pocos (48) comparado con los demás periodos académicos, actualmente el programa admite el 37 % del total de los inscritos(353).

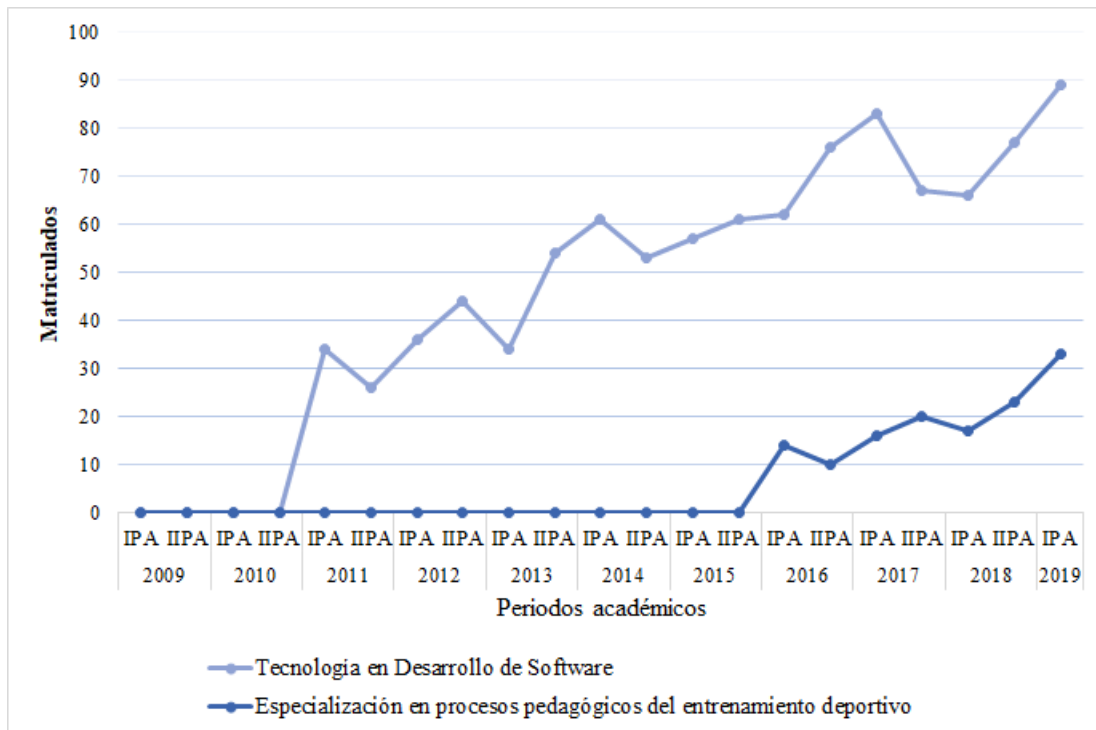


Figura 5.3.: Consolidado de estudiantes matriculados de los programas: Desarrollo de Software y Especialización en procesos pedagógicos en la Extensión Soacha.

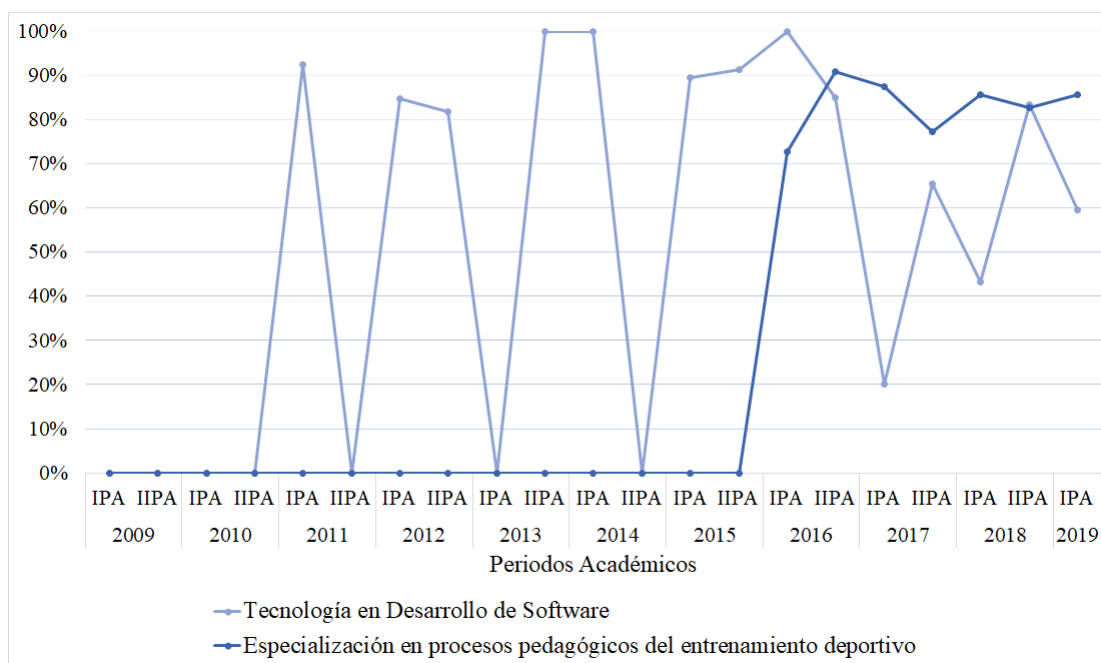


Figura 5.4.: Porcentaje de Admitidos respecto a los inscritos de los programas: Desarrollo de Software y Especialización en procesos pedagógicos en la Extensión Soacha.

La gráfica 5.3, muestra el comportamiento de la demanda de estudiantes tanto del programa de tecnología en desarrollo de software desde el año 2011 IPA hasta 2019 IPA, como para la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo desde el año 2016 IPA hasta el año 2019 IPA. Para el programa de tecnología en desarrollo de software, la demanda empieza en el año 2011 IPA logrando atender a 34 estudiantes, para el siguiente periodo académico 2011IIPA la demanda es de 26 estudiantes, siendo esta la demanda más baja en los diecisiete periodos académicos, para el año 2017 IPA el programa atiende a 83 estudiantes logrando aumentar la demanda en el año 2019 IPA con 89 estudiantes, siendo esta la demanda más alta en los diecisiete periodos académicos. Para el programa de la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo, su demanda empieza en el año 2016 IPA logrando atender a 14 estudiantes, para el año 2017 IIPA atiende a 20 estudiantes, actualmente el programa atiende a 33 estudiantes siendo este hasta el momento, la demanda mayor en los siete periodos académicos de oferta. En pocas palabras, tanto el programa de tecnología como el programa de la especialización, han incrementando su demanda (Véase el anexo B), sin embargo, la gráfica 5.4 muestra cómo los dos programas, admiten estudiantes respecto a los que aspiran ser admitidos (inscritos), es decir, en que porcentaje los programas admiten estudiantes respecto a los que se inscriben en los diferentes periodos académicos. Para el programa de tecnología en desarrollo de software, se evidencia que a través del tiempo la tasa de admisión fluctúa constantemente, para el año 2011IIPA, la tasa de admisión fue del 93 % del total de inscritos (40), para el siguiente periodo académico 2011IIPA se inscriben aspirantes pero no se admite ninguno, para el año 2012 para ambos periodos académicos se logra establecer una tasa de admisión constante del 83 % del total de los inscritos(44), pero para el siguiente periodo 2013 IIPA nuevamente se evidencia que se inscriben aspirantes pero no se admite ninguno, actualmente el programa admite el 60 % del total de los inscritos(52). Para el programa de la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo, se evidencia que a medida que incrementan los inscritos, la tasa de admisión se logra mantener en el rango del 80 % y 90 % de los inscritos, actualmente el programa admite el 86 % del total de inscritos(35).

Indiscutiblemente hay un incremento de la demanda, para todos los programas académicos de la extensión, sin embargo, los programas no tienen establecido una tasa de admisión, que permita dar más cobertura a los inscritos, es decir, la cantidad de inscritos aumenta pero los programas académicos admiten por cantidad de estudiantes mas no por tasa de admisión, por consiguiente, los programas pierden la posibilidad de crecer.

La universidad de Cundinamarca extensión Soacha, actualmente logra atender a 1812 estudiantes entre los programas de ciencias del deporte y la educación física, ingeniería industrial, tecnología en desarrollo de software y la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo.

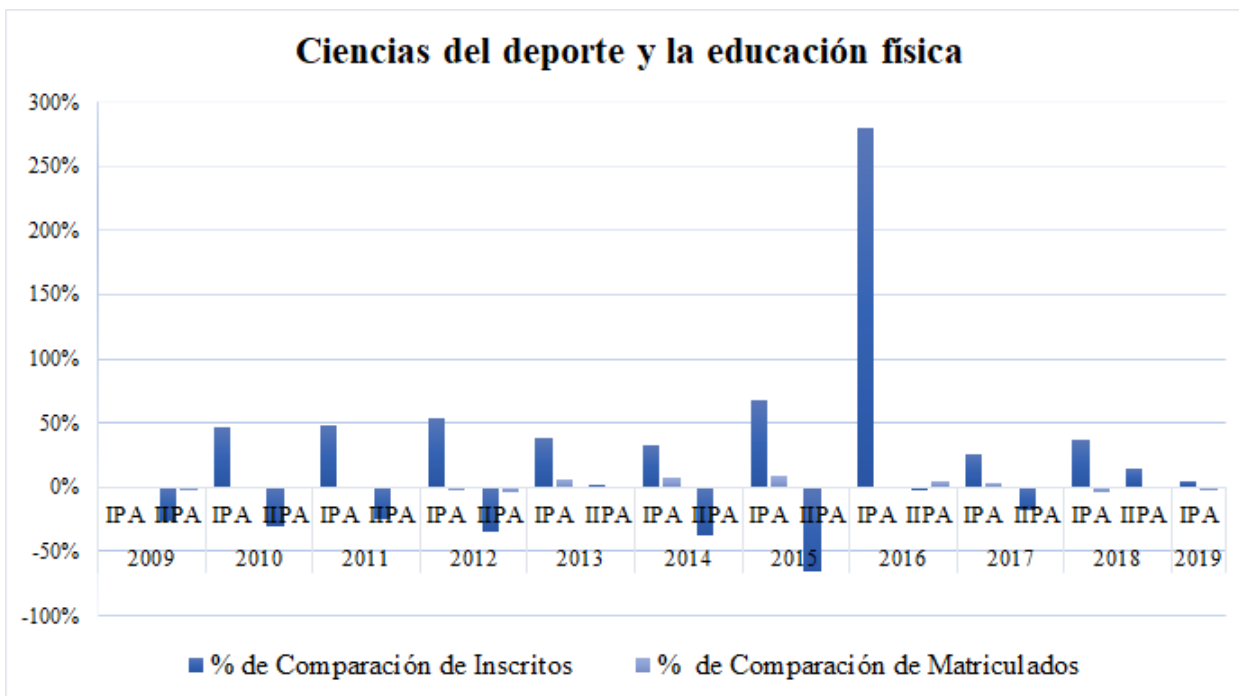


Figura 5.5.: Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa de ciencias del deporte y la educación física en la Extensión Soacha.

La gráfica 5.5 muestra la comparación porcentual entre periodos académicos desde el 2009 IPA hasta el 2019 IPA de los inscritos y matriculados al programa de ciencias del deporte y la educación física. El porcentaje de comparación de inscritos empieza con el IIPA2009 y el IPA2009 donde disminuye un 26 %, para el IPA2010 el porcentaje de inscritos(PI) aumenta un 47 % comparado con el PA anterior y vuelve a disminuir el PI un 30 % en el IIPA2010, este comportamiento sigue igual en los siguientes PA, donde disminuye y aumenta el PI, luego se logra mantener un aumento en el PI en tres PA consecutivos: IPA2013, IIPA2013 y IPA2014, donde el PI es del 38 % comparado con el IIPA2012, luego sigue aumentando el PI al 1 % comparado con el IPA2013 y finalmente en el IPA2014 aumenta el PI un 33 % comparado con el PA anterior, para el IPA2016 aumenta el PI un 279 % comparado con el anterior, pues en el IIPA2015 el número de inscritos fue muy bajo(194) comparado con el siguiente(736), en los siguientes PA el PI ha ido aumentando, actualmente el PI aumento el 5 % comparado con el IIPA2018. Así pues, que el PI para este programa disminuye en su mayoría en los segundos periodos académicos, en cambio el PI aumenta en los primeros periodos académicos de cada año. El porcentaje de comparación de matriculados empieza desde el IIPA2009 hasta el IIPA2012 donde el porcentaje de matriculados (PM) se ve disminuido entre el 1 % y el 3 %, luego en el IPA2013 el PM aumenta el 6 % comparado con el PA anterior, disminuye el PM un 1 % en el siguiente PA y vuelve aumentar el PM un 8 % en el IPA2014, para los PA IIPA2016 Y IPA2017 se logra aumentar el PM un 5 % y 4 % respectivamente, actualmente

el PM disminuyó un 2 % comparado con el IIPA2018. De esta manera, el PM en los veintiún PA de oferta, se ha visto disminuido en promedio un 2 % en 14 PA y en los 6 PA restantes ha aumentado el PM en promedio un 5 %, (Véase el anexo C).

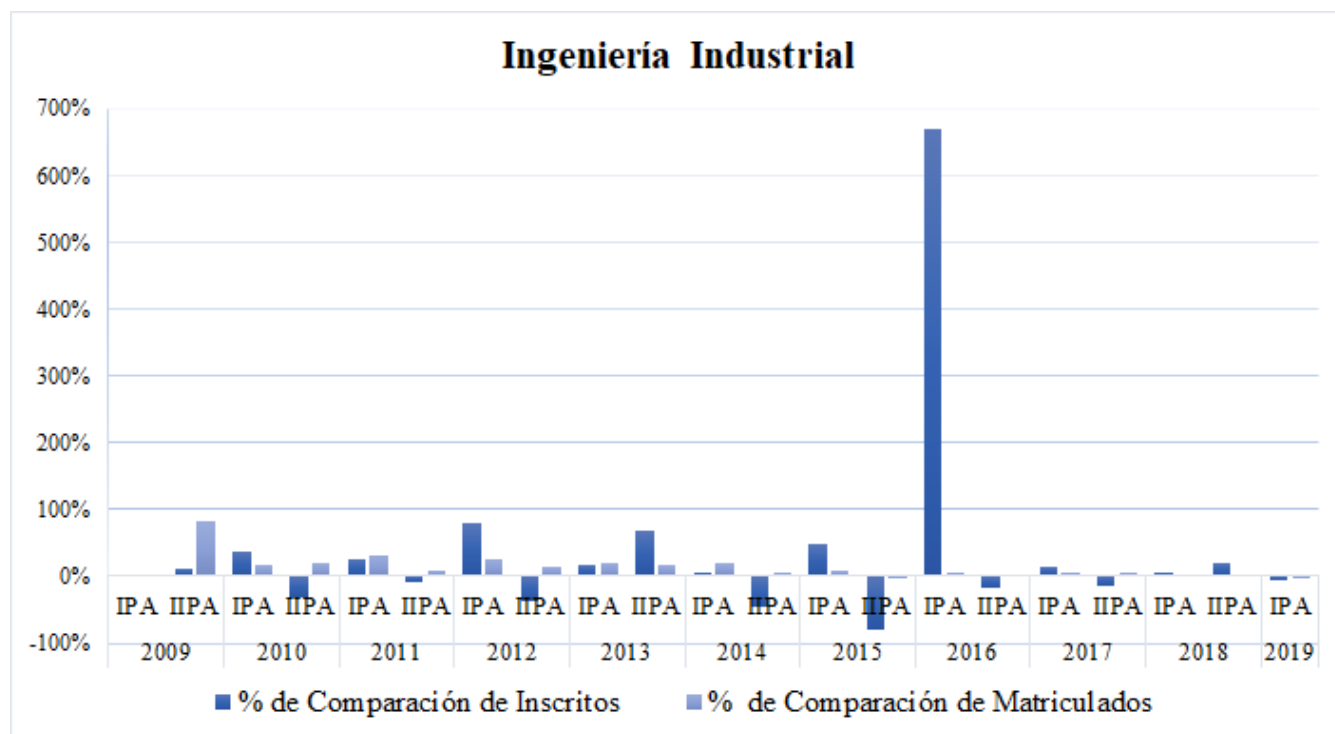


Figura 5.6.: Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa ingeniería industrial en la Extensión Soacha.

La gráfica 5.6 muestra la comparación porcentual entre periodos académicos desde el 2009 IPA hasta el 2019 IPA de los inscritos y matriculados al programa de ingeniería industrial. El porcentaje de comparación de inscritos empieza con IIPA2009 y el IPA2010, donde aumenta el PI un 37 % respecto al PA anterior, para el IIPA2010 disminuye el PI un 31 % comparado con el PA anterior y aumenta nuevamente el PI un 27 % en el siguiente PA, para el IPA2013, IIPA2013 y IPA2014 el PI aumenta un 17 %, 67 % y un 5 % respectivamente, para el IPA2016 el PI aumenta un 669 % comparado con el PA anterior, pues en el IIPA2015 el número de inscritos fue muy bajo (48), comparado con el siguiente (369), actualmente el PI es del 7 % menos que el IIPA2018. Así pues, que el PI para este programa para los segundos periodos académicos disminuye y aumenta en los primeros periodos académicos. El porcentaje de comparación de matriculados empieza desde el IIPA2009 hasta el IPA2015 donde el PM ha ido incrementando en promedio un 23 %, sin embargo, para el IIPA2015 el PM refleja una disminución del 2 %, nuevamente el PM incrementa un 4 % en promedio desde el IPA2016 hasta el IIPA2018, actualmente el PM disminuyó un 1 % comparado con el PA anterior. De

este modo, el PM para el programa ha incrementado en promedio un 17% del total de los PA donde el PM fue positivo, (Véase el anexo C).

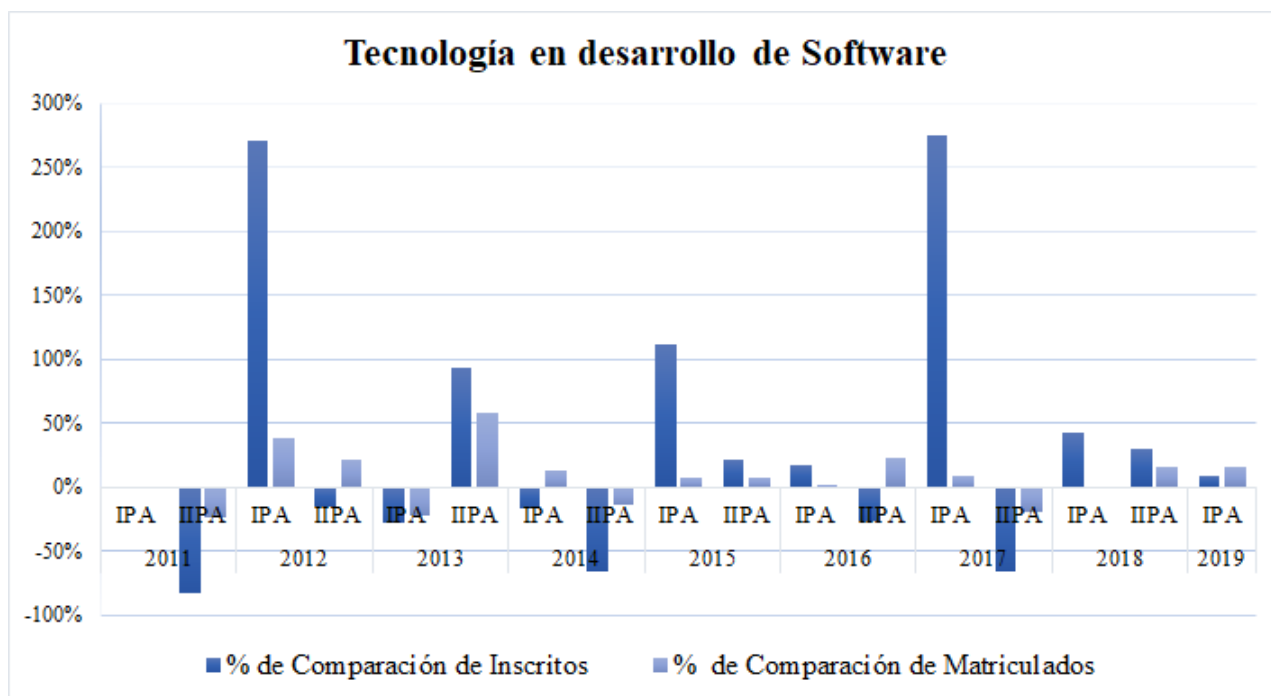


Figura 5.7.: Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa Tecnología en desarrollo de software en la Extensión Soacha.

La gráfica 5.7 muestra la comparación porcentual entre periodos académicos desde el 2011IPA hasta el 2019 IPA de los inscritos y matriculados al programa de tecnología en desarrollo de software. El porcentaje de comparación de inscritos empieza con IIPA2011 y el IPA2011, donde el PI se ve disminuido un 83% debido a que en el IPA2011 el número de inscritos fue del orden de(40) y para el IIPA2011 fue del orden de(7), para el IPA2012 el PI aumenta el 271% comparado con el PA anterior, ya que en el IPA2012 el número de inscritos fue de (26), para los dos siguientes PA académicos IIPA2012 y IPA2013 el PI se ve disminuido un 15% y un 27% respectivamente, para el IIPA2013 el PI aumento el 94% comparado con el PA anterior, para los PA IPA2015, IIPA2015 y IPA2016 se aumenta el PI un 111%, 21% y 17% respectivamente, para el IPA2017 el PI aumenta un 275%, ya que en este PA se encuentra el número de inscritos(75) mas alto de todos los PA, actualmente el PI aumenta el 8% comparado con el IIPA2018. En efecto, el PI para este programa ha ido aumentando en los últimos tres PA con un promedio del 27%. El porcentaje de comparación de matriculados empieza desde el IIPA2011 y el IPA2012, aumentando el PM un 38%, seguido del 22% en el IIPA2012 y disminuye el PM un 23% en el IPA2013, desde el IPA2015 hasta el IPA2017 el PM aumenta en promedio un 10%, actualmente el PM aumenta el 16% comparado con

el IIPA2018. Por lo tanto, en los diecisiete PA de oferta del programa el PM se vio afectado en promedio un 16 % en cinco PA y en los once restantes el PM incremento en promedio el 19 %, (Véase el anexo C).

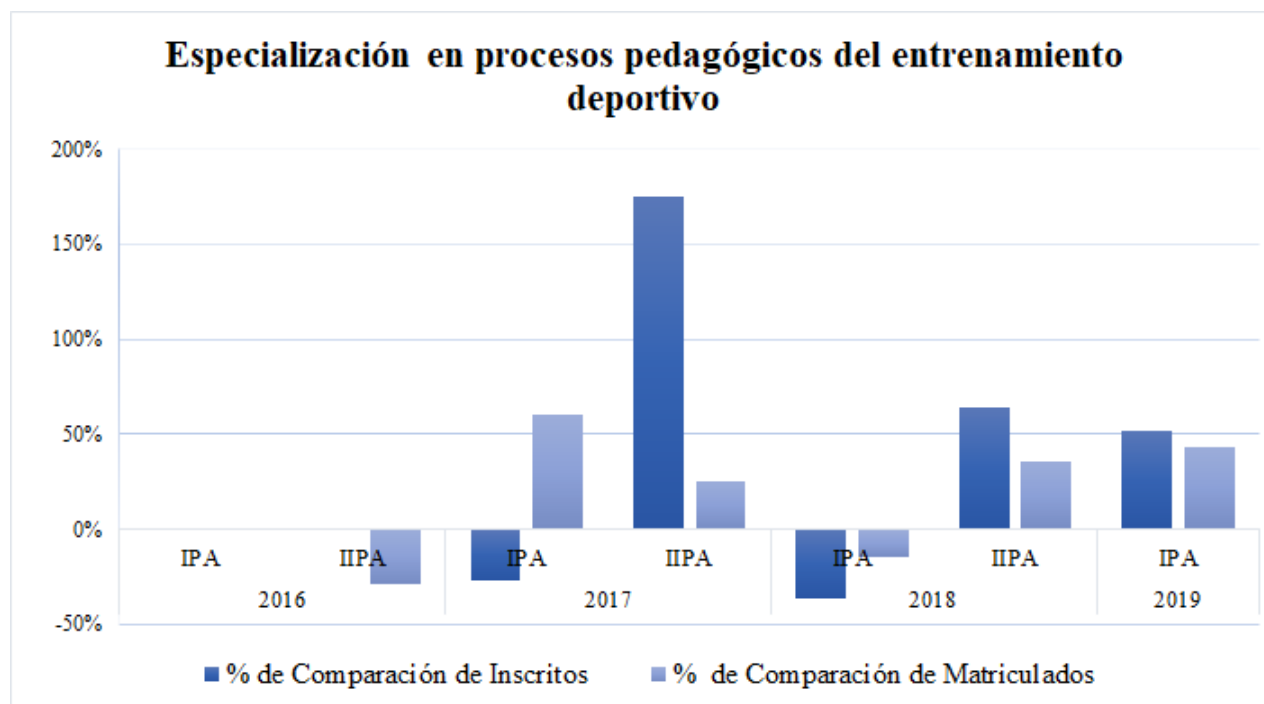


Figura 5.8.: Porcentaje de comparación de inscritos entre periodos académicos y porcentaje de comparación de matriculados entre periodos académicos del programa de especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo en la Extensión Soacha.

La gráfica 5.8 muestra la comparación porcentual entre periodos académicos desde el 2016 IPA hasta el 2019 IPA de los inscritos y matriculados al programa de la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo. El porcentaje de comparación de inscritos empieza con el IPA2017 y el IIPA2016, donde disminuye el PI ya que para el IIPA2016 el número de inscritos fue de(11) y para el IPA2017 el número de inscritos fue de(8), en el IIPA2017 el PI aumenta el 175 % ya que en este PA el número de inscritos es fue de(22), actualmente el PI aumenta el 52 % comparado con el IIPA2018, el PI ha ido aumentando en el ultimo año en un promedio del 58 %. El porcentaje de comparación de matriculados empieza desde el IPA2017 donde aumenta el PM con un 60 % comparado con el PA anterior, para el IIPA2018 el PM aumenta el 35 % comparado con el IPA2018, actualmente el PM aumenta un 43 % comparado con el PA anterior. De esta manera, el PM ha logrado aumentar en promedio un 58 % en el ultimo año, (Véase el anexo C).

Caracterización de la planta física de la extensión

Según el boletín estadístico 9na edición de la Ucundinamarca¹, la extensión Soacha cuenta con 15.040,23m² de área total construida (Infraestructura física general) (100%), 6.154,11 m² equivalente al (41%) del total construidos para actividades académicas como docencia, investigación y extensión, y 3.795,56m² equivalente al (25%) del total de área construidos destinada a actividades deportivas (Véase el anexo D). Estos espacios son compartidos por todos los programas que se ofertan en la extensión (ingeniería industrial, ciencias del deporte y la educación física, tecnología en desarrollo de software y la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo), los espacios con los que cuenta la extensión actualmente son los siguientes: parqueadero (motos, vehículos, discapacitados y ambulancias), canchas mixtas (Baloncesto y Microfútbol), Bloque A (Aulas de clase normal, salas de computo), Bloque B (salas audiovisuales), Bloque C (aulas de clase normal, sala de videoconferencias, laboratorio física, laboratorio de química y biología, admisiones, administrativo 2do piso), biblioteca (sala de tesis, zona de lectura, sala de consulta virtual, auditorio), bloque administrativo (14 oficinas), parqueadero (Bicicletas), Cafetería, taller de mantenimiento, laboratorio Has200, zona de Parkour, Bloque D (Cancha de Voleibol, Baloncesto, Futsal, tenis, salón multifuerza, auditorio principal, salón expresiva, laboratorio de hardware, laboratorio de software, duchas masculinas, duchas femeninas, salas de dibujo y aulas de clase (3)), Cancha sintética, canchas exteriores (baloncesto, Microfútbol y voleibol) y pista atlética (Véase el anexo E). La tabla 5-1, muestra los espacios académicos de la extensión Soacha, como la sala de videoconferencias, auditorio de la biblioteca, zona de lectura, sala de tesis, Bloque A primer y segundo piso (aulas normal), Bloque B primer y segundo piso (audiovisuales), Bloque C primer y segundo piso (aula normal), laboratorio de biología y química, laboratorio de fisiología, laboratorio de hardware, laboratorio de software, laboratorio de física, laboratorio Has200 y laboratorio Siglo 21, la cantidad de esos espacios académicos y su distribución teniendo en cuenta la capacidad de cada espacio académico en términos de estudiantes (Véase el anexo F). Los espacios consignados en la tabla tienen una capacidad total de 2.641 estudiantes. Igualmente, la tabla 5-2, muestra los espacios académicos que tiene la extensión Soacha, como la sala de consulta virtual, salas de computo (4), sala de dibujo, sala de profesores, consultorio de fisioterapia, cancha del polideportivo (fútbol y baloncesto), cancha de futsal, cancha de microfútbol, cancha sintética, cancha de baloncesto, cancha de voleibol, gimnasio, pista atlética, salón de expresiva, salón de gimnasia y zona de Parkour, la cantidad de esos espacios académicos y su distribución teniendo en cuenta, la capacidad de cada espacio en términos de estudiantes. (Véase el anexo F). Los espacios consignados en la tabla tienen una capacidad total de 481 estudiantes. Para sintetizar, la extensión Soacha puede albergar 3.122 estudiantes (***Este número de estudiantes se pueden atender en una hora con todos los espacios académicos (nombrados anteriormente) en funcionamiento y/o disponibles.***)

¹<https://www.ucundinamarca.edu.co/documents/planeacion/boletin-estadistico-ix.pdf>

Espacios Académicos (EA)	Cantidad de EA	Distribución de EA	Capacidad en Estudiantes	Capacidad Total Estudiantes
Sala de videoconferencias	1	1	40	40
Auditorios de la Biblioteca	1	1	53	53
Zona de Lectura	1	1	88	88
Sala de Tesis	1	1	14	14
Aula Normal Bloque A Piso 1	7	6	45	270
		1	35	35
Aula Normal Bloque A Piso 2	6	4	45	180
		1	58	58
		1	35	35
Aula Audiovisual B Piso 1	6	6	40	240
Aula Audiovisual B Piso 2	6	6	40	240
Aula Normal Bloque C Piso 1	14	7	45	315
		5	40	200
		2	30	60
Aula Normal Bloque C Piso 2	15	11	45	495
		3	35	105
		1	30	30
Laboratorio de Biología y Química	1	1	35	35
Laboratorio de Fisiología	1	1	25	25
Laboratorio de Hardware	1	1	30	30
Laboratorio de Software	1	1	23	23
Laboratorio de Física	1	1	35	35
Laboratorio Has 200	1	1	25	25
Laboratorio Siglo 21	1	1	10	10
Total	65	65	901	2641

Tabla 5-1.: Distribución y capacidad de espacios académicos de la extensión Soacha Ucuandamarca

Espacios Académicos (EA)	Cantidad de EA	Distribución de EA	Capacidad en Estudiantes	Capacidad Total Estudiantes
Sala de Consulta Virtual	1	1	20	20
Sala de computo # 1	1	1	35	35
Sala de computo # 2	1	1	40	40
Sala de computo # 3	1	1	45	45
Sala de computo # 4	1	1	45	45
Sala de dibujo	3	2	24	48
		1	6	6
Sala de profesores	1	1	16	16
Consultorio de Fisioterapia	1	1	6	6
Cancha de Fútbol y Baloncesto Polideportivo	2	2	10	20
Cancha de Futsal	1	1	10	10
Cancha de Microfutbol	2	2	10	20
Cancha Sintética Fútbol 7	1	1	14	14
Cancha de Baloncesto	3	3	10	30
Coliseo de Cancha de Voleibol	1	1	12	12
Gimnasio	1	1	30	30
Pista Atlética	1	1	4	4
Salón de Expresiva	1	1	30	30
Salón de Gimnasia	1	1	40	40
Zona de Parkour	1	1	10	10
Total	25	25	417	481

Tabla 5-2.: Distribución y capacidad de espacios académicos de la extensión Soacha Ucu-dinamarca

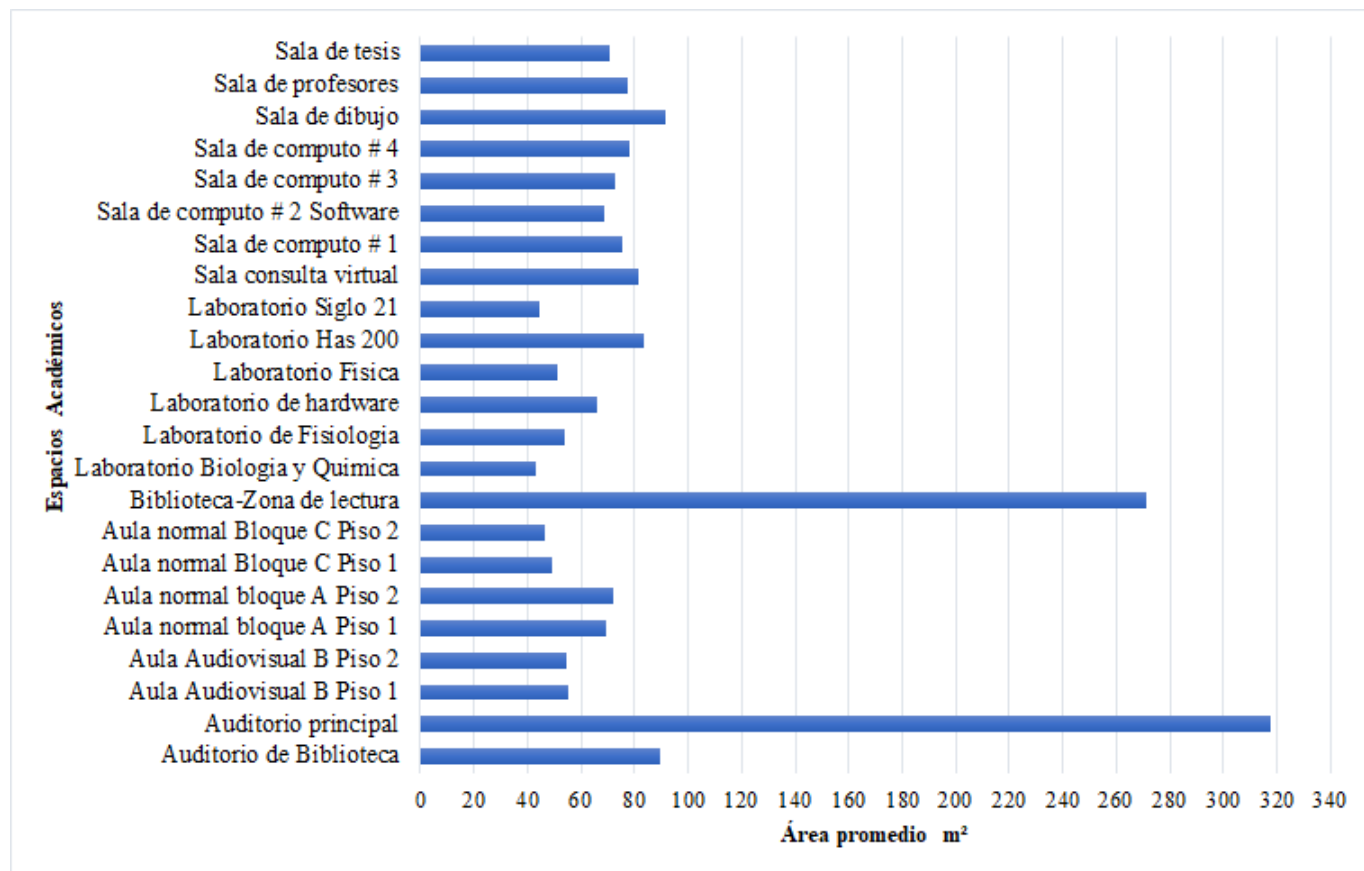


Figura 5.9.: Área promedio para cada espacio académico de la extensión Soacha.

La gráfica 5.9 expresa el área promedio de cada uno de los espacios académicos donde se imparten los núcleos temáticos y se realizan actividades académicas como docencia e investigación, éstos espacios académicos se pueden distribuir por su actividad académica, donde: los espacios académicos asignados para actividades académicas de trabajo individual son (sala de tesis, sala de profesores, sala de consulta virtual, laboratorio siglo 21 y biblioteca zona de lectura), los espacios académicos asignados para actividades académicas de trabajo grupal son (auditorio principal y auditorio de la biblioteca), los espacios académicos asignados para actividades académicas de laboratorio son (física, biología y química, hardware, laboratorio Has200, Fisiología), los espacios académicos asignados para actividades académicas de aulas de clase normal son (Aula normal bloque C, aula normal bloque A y aula audiovisual bloque B) y los espacios académicos asignados para actividades académicas de salas de computo son (salas de computo), los anteriores hacen parte del (41 %) del área total construida de la extensión, la medición de cada espacio académico se realizó con el flexómetro y su cálculo se hizo, teniendo en cuenta, la cantidad y la distribución de los espacios académicos, como lo muestran las tablas 5-1, 5-2, (Véase el anexo F). Para empezar, los espacios de trabajo individual, no tiene una distribución, tan solo existe uno por cada espacio académico, por ende, en la gráfica se ve reflejada el área real por cada uno de ellos e igualmente para los

espacios de trabajo grupal y los espacios de laboratorio, para los espacios académicos del aula de clase, del bloque A primer piso, el área total es de $487,11m^2$ con un promedio por aula de $69,59m^2$, para el segundo piso del bloque A, el área total es de $430,6792m^2$ con un promedio por aula de $71,77m^2$, para el Bloque B primer piso, el área total es de $331,3132m^2$ con un promedio de $55,21m^2$, para el segundo piso del bloque B, el área total es de $328,713m^2$ con un promedio de 54,78, para el Bloque C primer piso, el área total es de $685,4324m^2$ con un promedio de $48,95m^2$, para el segundo piso del bloque C, el área total es de $752,5916m^2$ con un promedio de 47.03 y finalmente para los espacios académicos de salas de computo, el área total es de $295,099m^2$ con un promedio de $73,77m^2$. El cálculo no tiene en cuenta el 25 % del total de área construida que corresponde a actividades deportivas, con la intención de recolectar, calcular y analizar los datos mas relevantes para este trabajo de grado.

5.1.1. Estándares de Infraestructura

Teniendo en cuenta los lineamientos establecidos para la construcción y uso de los espacios educativos, la norma técnica colombiana NTC 4595 (2015-11-27) Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares, establece los seis tipos de ambientes pedagógicos o en el caso de la Ucinamarca espacios académicos, de acuerdo a la actividad que se desarrolle en cada uno de ellos y la capacidad de cada espacio académico determinado por el número de personas, en la tabla 5-3, se encuentran los ambientes A, B y C donde: A permite la flexibilidad de uso, en los que se puede desarrollar trabajo individual o trabajo en equipo de (2 a 6 personas), para educación básica y media los grupos pueden conformarse máximo de 40 estudiantes/maestro y el área que le corresponde a cada estudiante es de 1,65 a 1,80 m^2 y para educación especial (niños o jóvenes con discapacidad) los grupos pueden conformarse máximo de 12 estudiantes/maestro y el área que le corresponde a cada estudiante es de 1,85 m^2 ; B se caracteriza por prestar servicios de apoyo especializado, los grupos pueden conformarse por máximo 40 estudiantes/maestro y el área que le corresponde a cada estudiante es de 2,4 m^2 y C permite desarrollar actividades con empleo intensivo de equipos, pueden conformarse grupos máximos de 40 estudiantes y dependiendo del ambiente (laboratorios) el área m^2 /estudiante varia.

Tipo de Ambiente	Ambiente	Capacidad de Estudiantes/Maestro	Área m^2 / Estudiante
Ambiente A (Aulas de Clase)	*Básica y Media	40	1,65 - 1,80
	*Especial	12	1,85
Ambiente B (Bibliotecas, Ayudas Educativas y Ambiente Aprendizaje de Lengua Extranjera)	*Centro de Recursos	Mínimo 10% del número de estudiantes matriculados en la mayor jornada y no menos de un espacio con capacidad para 40 personas para el apoyo del aprendizaje de lengua extranjera y 40 estudiantes en biblioteca	2,4
Ambiente C (Laboratorios de Ciencia, Aulas de Tecnología, Innovación y Multimedia, y los talleres de artes plásticas)	Laboratorios	40	-
	* Naturales/Biología		*2,2
	*Física		*2,2
	*Química		*2,2
	*Integrado		*2,3
	*Tecnología e Innovación		*2.3 - 2,5
	*Salón de Computadores		*2,2
	*Taller de Dibujo		*3,0
*Taller de Cerámica		*3,5	

Tabla 5-3.: (Norma Nacional)NTC 4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambiente escolares: Ambientes pedagógicos básicos.

La tabla 5-4, muestra los ambientes D, E y F donde, D permite practicar actividad deportiva tanto individual como grupal, estos ambientes deportivos permiten el área suficiente para que un grupo de 40 estudiantes lleve a cabo sus actividades, en promedio cada estudiante puede ocupar un espacio de $13,5m^2$ para el desarrollo normal, E son lugares cubiertos o descubiertos que permiten desarrollar actividades informales y se asegura el desplazamiento del cuerpo estudiantil, debe permitir una rápida evacuación y F ambientes que permiten el desarrollo individual y grupal con ayuda de equipos móviles conectables, en conjunto debe tener un área no menor a $1,4m^2$ por estudiante.

Tipo de Ambiente	Ambiente	Capacidad de Estudiantes/Maestro	Área m^2/Estudiante
Ambiente D (Ambientes Deportivos)	Cancha Baloncesto o Cancha Microfutbol	40	13,5
Ambiente E (Espacios Abiertos)	Circulación Vestíbulo Pacios Cubiertos	Máximo un 50 % del área neta utilizable cubierta de los demás	
Ambiente F (Auditiva y Visual)	Foros Teatros Salas Múltiples Salón de Música	50 % para espectadores, un 25 % para escenario y el restante para depósito, camerino, cuarto de proyecciones y cubículos para la prácticas de instrumentos musicales	1,4

Tabla 5-4.: (Norma Nacional)NTC 4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambiente escolares:Ambientes pedagógicos básicos.

Del mismo modo, se tiene en cuenta la Normativa Peruana NTIE 001-2015, Norma Técnica de Infraestructura para Locales de Educación Superior, que tiene como finalidad brindar criterios para el adecuado funcionamiento de los ambientes y espacios especializados requeridos en la infraestructura de locales de Educación Superior, la tabla 5-5 muestra la clasificación de los espacios académicos desde una aula teórica hasta salas de música y danza, el *índice de ocupación mínimo es el área del suelo que un estudiante ocupa durante la actividad académica en los diferentes espacios académicos* y por último en la columna de observaciones se muestran algunos criterios que la norma tiene en cuenta para la determinación del índice.

Ambiente Pedagógico	Índice de Ocupación Mínimos(I.O) m^2 por Estudiante	Observaciones
Aula Teórica	1,2 - 1,6	Espacios flexibles, analizar cada caso, dependerá del mobiliario a utilizar de acuerdo al criterio pedagógico
Biblioteca	2,5	10 % del número de estudiantes en el turno de mayor número de matriculados. El índice corresponde solo al área de lectura
Aula de computo/Idiomas	1,5	Depende del mobiliario y equipos a utilizar. El I.O mínimo responde a las dimensiones del mobiliario y equipos informáticos vigentes.
Laboratorio de Física, Química, Biología, tecnología y Ambiente	2,5	
Taller de Gastronomía Taller de Repostería	3,0 1,8	De acuerdo al equipo y mobiliario planteado en la propuesta pedagógica
Taller de Corte y Confección	3,0	Depende del Diseño, producción entre otros
Taller de Cosmetología	3,0	
Taller Multifuncional Taller de Carpintería Taller de Mecánica	7,0 7,0 7,0	Los índices pueden variar en razón del avance tecnológico. Índices menores deberán ser debidamente sustentados ante el área pedagógica correspondiente.
Taller de Dibujo Taller de Pintura Taller de Escultura	3,0 7,0 3,5	Se deben considerar ambientes con óptimo grado de iluminación, así como óptimas áreas de trabajo.
Sala de Danza Sala de Música	7,0 2,5	Los índices de ocupación dependerán del análisis de cada actividad

Tabla 5-5.: (Norma Peruana)NTIE 017: Norma técnica de infraestructura para locales de Educación Superior. Índices de ocupación mínimos.

Como se ha mostrado, la NTC 4595 y la NTIE 017, son normativas que establecen los índices de ocupación (el área que le corresponde a cada estudiante en m^2) mínimos que una institución de educación debe cumplir, con el propósito de garantizar que la infraestructura reúna las condiciones necesarias para que la misma sea apta para las actividades de enseñanza y

aprendizaje. De manera que, las anteriores permiten evaluar los espacios académicos de la universidad Cundinamarca, Extensión Soacha.

Para el cálculo de los índices de ocupación (IO), (Véase el anexo G) de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se tiene en cuenta, el área de cada uno de los espacios académicos donde se imparten los núcleos temáticos y se realizan actividades académicas como docencia e investigación, la distribución por actividad académica, se realizó observación directa de las clases, número de puestos por espacio académico y la capacidad real en estudiantes por cada espacio académico. Para empezar, los espacios de trabajo individual tienen una capacidad de estudiantes/espacio académico y su IO así: Laboratorio siglo 21 con una capacidad de 10 docentes con un IO DE $4,4m^2$ cada uno, sala de profesores con una capacidad de 16 docentes con un IO de $4,8m^2$ cada uno, sala de lectura con una capacidad de 88 estudiantes con un IO de $3,1m^2$ cada uno, sala de tesis con una capacidad de 14 estudiantes con un IO $4,9m^2$ cada uno y sala de consulta virtual con una capacidad de 20 estudiantes con un IO de $4m^2$ cada uno, los espacios de trabajo grupal son así: auditorio principal con una capacidad de 250 estudiantes con un IO de $1,27m^2$, y el auditorio de la biblioteca con una capacidad de 53 personas con un IO $1,69m^2$, los espacios académicos de laboratorio son así: física con una capacidad de 35 estudiantes con un IO de $1,45m^2$ cada uno, biología y química con una capacidad de 35 estudiantes con un IO de $1,23m^2$ cada uno, hardware con una capacidad de 30 estudiantes con un IO de $2,2m^2$ cada uno, laboratorio Has200 con una capacidad de 25 estudiantes y un IO de $3,4 m^2$ cada uno, Fisiología con una capacidad de 26 estudiantes y un IO de $2,1m^2$ cada uno, los espacios académicos de aulas de clase son así: bloque A primer piso con una capacidad promedio de 43 estudiantes y un IO promedio de $1,59m^2$ cada uno, bloque A segundo piso con una capacidad promedio de 43 estudiantes y un IO promedio de $1,61m^2$ cada uno, bloque B primer piso con una capacidad de 40 estudiantes y un IO promedio de $1,39m^2$ cada uno, bloque B segundo piso con una capacidad de 40 estudiantes y un IO promedio de $1,37m^2$ cada uno, bloque C primer piso con una capacidad promedio de 41 estudiantes y un IO promedio de $1,17m^2$ cada uno, bloque C segundo piso con una capacidad promedio de 42 estudiantes y un IO promedio de $1,09 m^2$ cada uno y los espacios académicos de salas de computo son así: una capacidad promedio de 43 estudiantes y un IO de $1,80m^2$ cada uno.

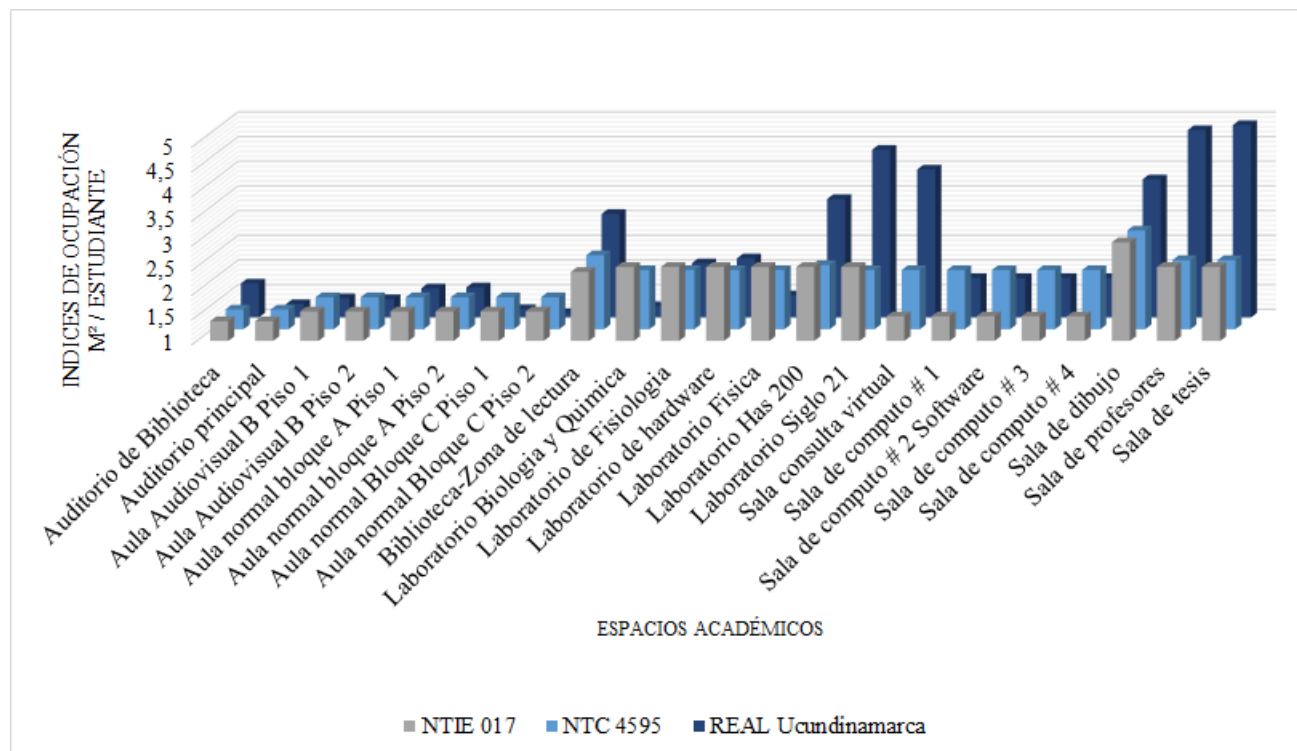


Figura 5.10.: Comparación de Índices de ocupación entre la NTIE 017, NTC 4595 y la Ucundinamarca

La gráfica 5.10 muestra la comparación de lo IO de la norma internacional, la norma nacional y la real Ucundinamarca (Véase el anexo H). Respecto a la norma NTIE 017 con la NTC 4595 se observa que hay diferencias en los espacios académicos de aulas de clase, pues el IO de la NTIE para este tipo de espacio es de $1,65m^2$ /estudiante y la NTC es del $1,60m^2$ /estudiante, para los espacios académicos de salas de computo la diferencia es de $0,7m^2$ /estudiante de la NTIE a la NTC, pues se establece el IO de $1,5m^2$ /estudiante y $2,20m^2$ /estudiante respectivamente, de esta manera, se evidencia que la diferencia entre una norma y la otra es muy baja. Respecto a la NTIE con la real se observa que la diferencia en los espacios académicos como la biblioteca principal, la real dispone de un IO de $1,69m^2$ /estudiante y la NTIE de $1,4m^2$ /estudiante pero para el auditorio principal la NTIE dispone del mismo IO y la real de $1,27m^2$ /estudiante, para el bloque C la NTIE dispone el IO de $1,6mm^2$ /estudiante, sin embargo la real tiene un IO en promedio de $1,17m^2$ /estudiante para el primer piso y un $1,09m^2$ /estudiante para el segundo piso, para la zona de lectura de la biblioteca el IO de la real es mayor con un $3,1m^2$ /estudiante y la NTIE con un $2,4m^2$ /estudiante, para los espacios académicos como los laboratorios la NTIE establece el IO de $2,5m^2$ /estudiante, en cambio la real esta en el laboratorio de biología y química de $1,23m^2$ /estudiante, fisiología $2,1m^2$ /estudiante, hardware $2,2m^2$ /estudiante, física $1,45m^2$ /estudiante, Has200 $3,4m^2$ /estudiante y siglo21 $4,4m^2$ /estudiante, por ultimo para el espacio académico de salas de computo la NTIE establece su IO de $1,5m^2$ /estudiante, sin em-

bargo la real tiene su índice en $1,80m^2$ /estudiante para las cuatro salas. Respecto a la NTC con la real se observa diferencias en los espacios académicos como el auditorio con la biblioteca, pues el IO de la NTC es de $1,4m^2$ /estudiante y la real esta en $1,69m^2$ /estudiante, para los espacios académicos de aulas de clase los IO real están por debajo de los IO de la NTC, igualmente para los espacios académicos de laboratorios y salas de computo, el IO real que logra estar por encima de la NTC es la zona de lectura de la biblioteca con $3,1m^2$ /estudiante y la NTC con $2,5m^2$ /estudiante, el laboratorio HAS200 con $3,4m^2$ /estudiante, laboratorio siglo21 con $4,4m^2$ /estudiante y la sala de consulta virtual con $4m^2$ /estudiante y la NTC con $2,2m^2$ /estudiante para los laboratorios y la sala de consulta virtual, las salas de dibujo, sala de profesores y la sala de tesis con $3,8m^2$ /estudiante, $4,8m^2$ /estudiante y $4,9m^2$ /estudiante respectivamente.

En conclusión, de los 23 espacios académicos de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha, que se evaluaron, 12 están por encima de los IO de la NTIE-017 y 8 por encima de los IO de la NTC-4595, sin embargo, 11 espacios académicos se encuentran por debajo del IO de la NTIE-017 y 15 espacios por debajo de la NTC-4595. En otras palabras, de los espacios académicos que se encuentran por encima de los IO de las dos normas, quiere decir que a cada estudiante le corresponde en m^2 mas área para desarrollar sus actividades académicas y la capacidad del espacio académico esta bien asignada o no esta siendo utilizada de manera optima, mientras que, los espacios académicos que se encuentran por debajo de los IO de las dos normas, quiere decir, que a cada estudiante se le reduce el área en m^2 para desarrollar sus actividades académicas y la capacidad del espacio académico esta saturada.

5.1.2. Uso y Disponibilidad de la capacidad

A partir de la programación académica que realizan los diferentes programas académicos de pregrado de la extensión Soacha (ciencias del deporte y la educación física, ingeniería industrial y tecnología en desarrollo de software), (Véase el anexo I), se puede establecer el uso de la capacidad disponible en días y en franjas horarias. Para las gráficas posteriores los espacios académicos que se tienen en cuenta son los siguientes: aulas de clase bloque A, bloque B, Bloque C, salas de computo, laboratorio de biología y química, laboratorio de física, laboratorio de hardware, salas de dibujo y laboratorio Has200. El cálculo del uso y la disponibilidad de los espacios académicos se realizó teniendo en cuenta para cada programa, la capacidad en horas disponibles por semana, horario de trabajo de los docentes, los espacios académicos disponibles para cada programa, la cantidad de espacios académicos, los núcleos temáticos, la intensidad horaria, los requerimientos del programa y el rango de funcionamiento de la extensión, donde: el programa de ciencias del deporte y la educación física en los espacios académicos señalados anteriormente, utiliza para el IPA2019 el 51 % del total de horas programadas (745 horas programadas) y para el IIPA2018 utiliza el 45 % del total de horas programadas/semana (606 horas programadas), para ingeniería industrial, el programa utiliza en el IPA2019 el 39 % del total de horas programadas/semana (570 horas

programadas) y para el IIPA2018 utiliza el 41 % del total de horas programadas/semana (544 horas programadas), por ultimo para el programa de tecnología en desarrollo de software para el IPA2019, utiliza el 9 % del total de horas programadas/semana (133 horas programadas) y para el IIPA2018 utiliza el 14 % del total de horas programadas/semana (186 horas programadas), haciendo diferencia para ciencias del deporte el uso de los espacios académicos aumento en seis puntos porcentuales, mientras que para ingeniería industrial y desarrollo de software disminuyó el uso en 2 puntos porcentuales y 5 puntos porcentuales respectivamente. La gráfica 5.11 muestra como se usa la capacidad disponible en la extensión por días, por un lado, para el IPA 2019 (Véase el anexo J), el día lunes tiene una programación total de 327 horas, el martes tiene una programación total de 301 horas, el miércoles tiene una programación total de 308 horas, el jueves tiene una programación total de 231 horas, el viernes tiene una programación total de 254 horas y el sábado tiene una programación total de 27 horas, por otro lado, para el IIPA2018 (Véase el anexo L), el día lunes tiene una programación total de 271 horas, el martes tiene una programación total de 269 horas, el miércoles tiene una programación total de 265 horas, el jueves tiene una programación total de 248 horas, el viernes tiene una programación total de 249 horas y el sábado tiene una programación total de 34 horas. En este sentido, para el IPA2019 en promedio ponderado se programan 283,83 horas/día, siendo el lunes el día con mas uso en la extensión con 73,84 horas/día en promedio ponderado, seguido del miércoles siendo el segundo día con más uso en la extensión con 65,61 horas/día en promedio ponderado. Para el IIPA2018 en promedio ponderado se programan 255 horas/día, siendo igualmente el lunes el día con más uso en la extensión con 54,97 horas/día en promedio ponderado, seguido del martes siendo el segundo día con más uso en la extensión con 54,16 horas/día en promedio ponderado.

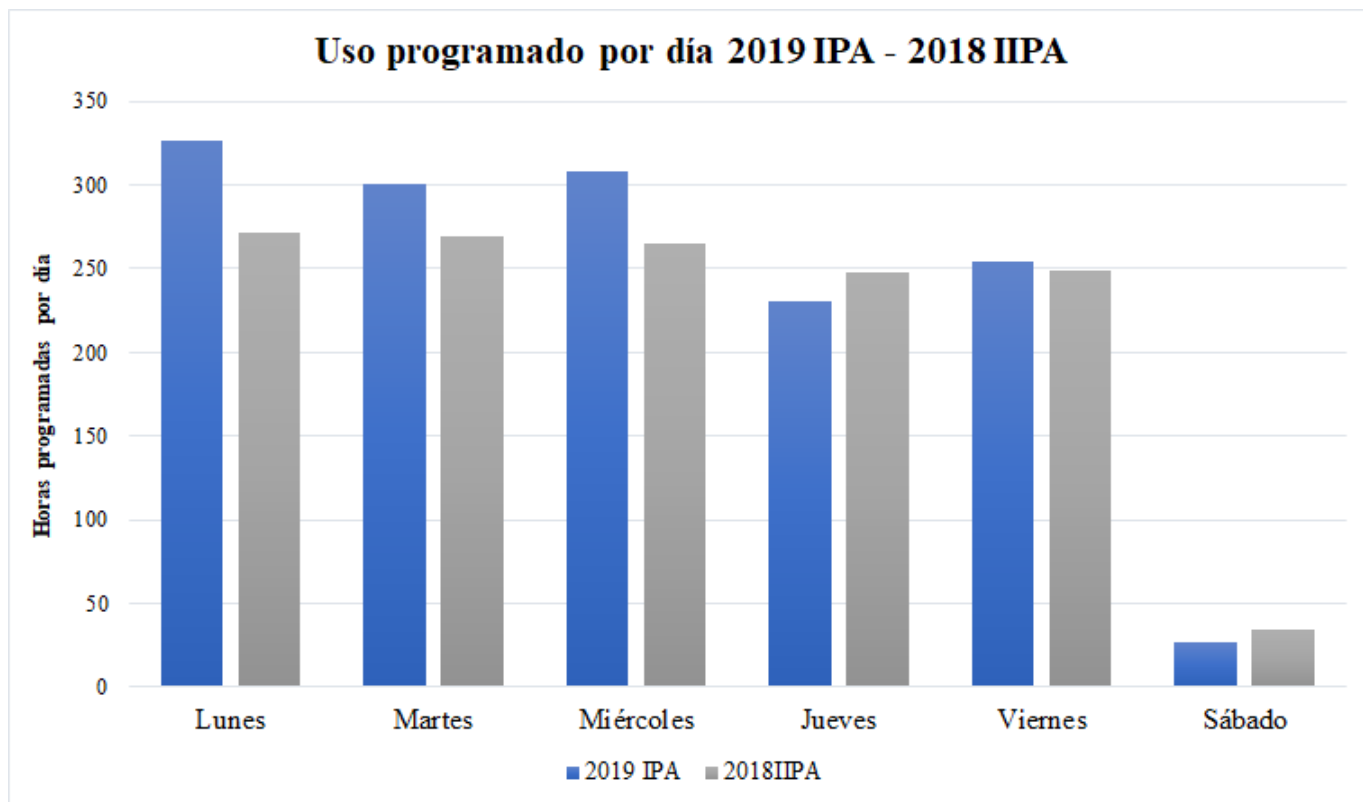


Figura 5.11.: Comparación del uso y disponibilidad de los espacios académicos por días para los PA 2018IIPA y 2019IPA.

La gráfica 5.12 muestra como se usa la capacidad disponible en la extensión por franjas horarias, por un lado, para el IPA 2019 (Véase el anexo K), la franja horaria de 07:00 - 07:59 tiene una programación total de 161 horas, la franja horaria 08:00 - 08:59 tiene una programación total de 173 horas, la franja horaria 09:00 - 09:59 tiene una programación total de 162 horas, la franja horaria 10:00 - 10:59 tiene una programación total de 175 horas, la franja horaria 11:00 - 11:59 tiene una programación total de 175 horas, la franja horaria 12:00 - 12:59 tiene una programación total de 123 horas, la franja horaria 13:00 - 13:59 tiene una programación total de 102 horas, la franja horaria 14:00 - 14:59 tiene una programación total de 123 horas, la franja horaria 15:00 - 15:59 tiene una programación total de 107 horas, la franja horaria 16:00 - 16:59 tiene una programación total de 72 horas, la franja horaria 17:00 - 17:59 tiene una programación total de 42 horas, la franja horaria 18:00 - 18:59 tiene una programación total de 18 horas, la franja horaria 19:00 - 19:59 tiene una programación total de 10 horas y la franja horaria 20:00 - 20:59 tiene una programación total de 5 horas y así sucesivamente para el IIPA2018 (Véase el anexo M). En este sentido, para el IPA2019 en promedio ponderado se programan 140,09 horas/franja, siendo la franja de 10:00 - 10:59 y la franja 11:00 - 11:59 con más uso en la extensión con 21,14 horas/franja en promedio ponderado y para el IIPA2018 en promedio ponderado se programan 128,76 horas/franja en, siendo la franja de 11:00 - 11:59 con más uso en la extensión con 19,88 horas/franja en

promedio ponderado.

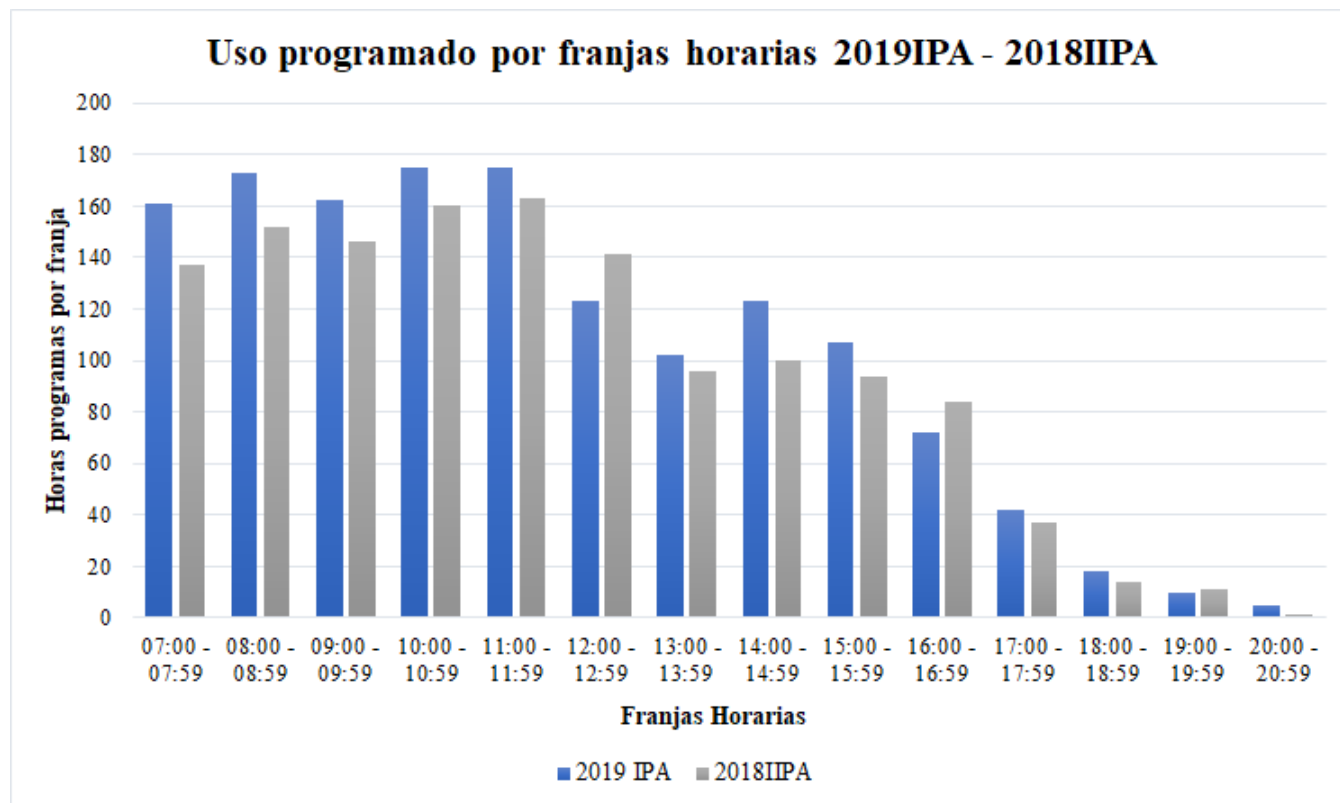
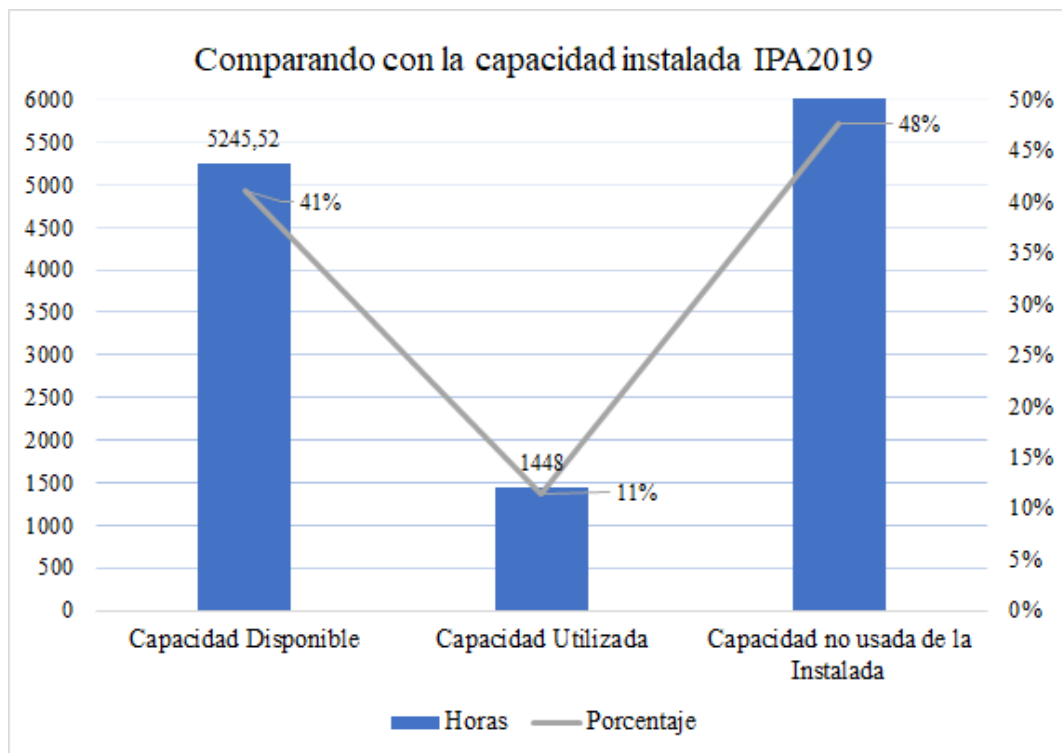


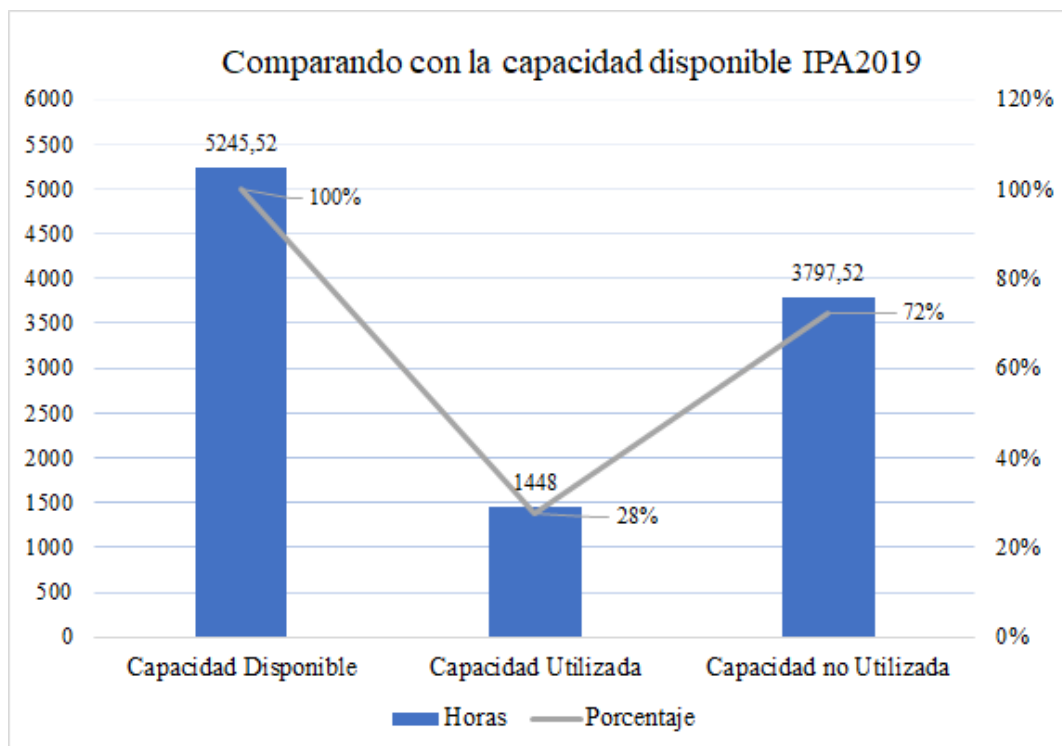
Figura 5.12.: Comparación del uso y disponibilidad de los espacios académicos por franjas horarias para los PA 2018IIPA y 2019IPA.

Teniendo en cuenta el uso y la disponibilidad de los espacios académicos de la extensión Soacha, tanto en horas programadas por día como por franja en los PA mostrados anteriormente, el rango de funcionamiento de la extensión, el calendario académico de la universidad, los días y horas festivas, las horas de holgura o pérdida de clase, se realizó el cálculo de la (i) capacidad instalada, (ii) capacidad disponible y (iii) su utilización, para la Extensión Soacha (Véase el anexo N). Para dicho cálculo, se tomaron todos los espacios académicos, se aborda la planta funcionado al **100 %** y se establece que (i) **12.768 horas/semana es la capacidad instalada**. Por otro lado, en el cálculo de la capacidad disponible para los espacios académicos de tipo laboratorio y salas de computo, se restringe la disponibilidad al horario de 7:00 am - 5:00 pm determinando así que (ii) **5.245,52 horas/semana es la capacidad disponible**. Por último, (iii) **1448 horas/semana es la utilización para el IPA2019** y **1336 horas/semana es la utilización para el IIPA2018**. Para las gráficas posteriores (Véase el anexo P). La gráfica 5.13a muestra la comparación de la capacidad disponible y utilizada respecto a la capacidad instalada en el IPA2019 en la extensión Soacha, donde el 41 % de la capacidad instalada está disponible para programar actividades académicas, el 11 % de la capacidad instalada es utilizada por los tres programas de pregrado y el 48 % de

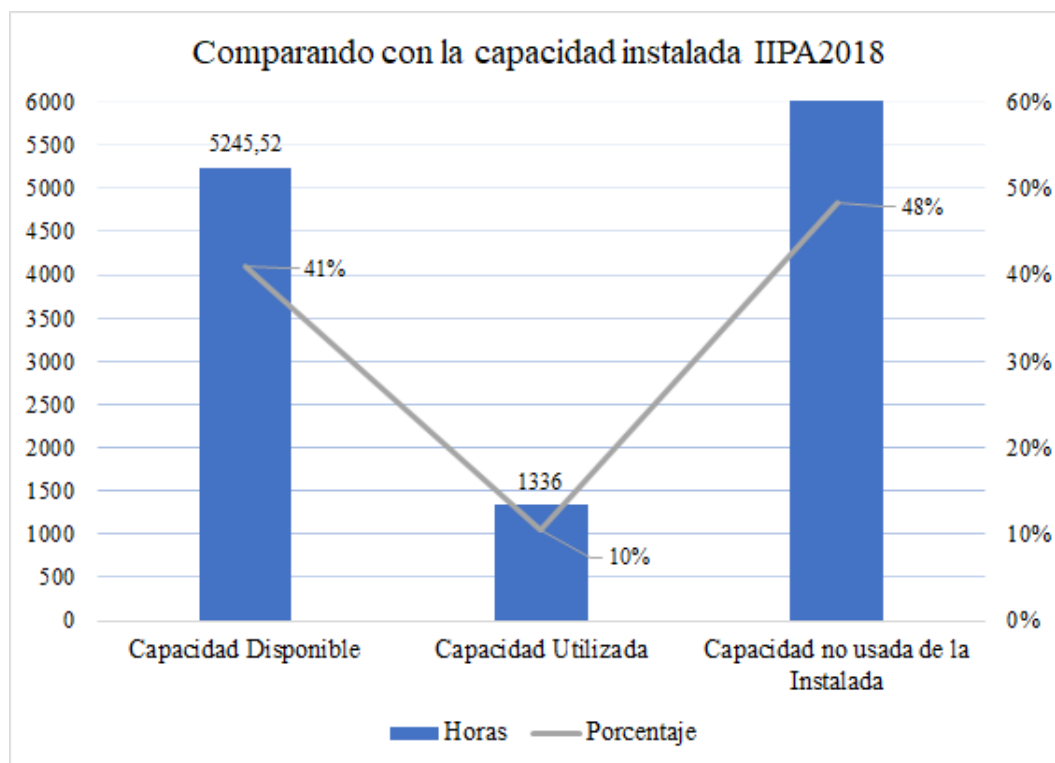
la capacidad instalada los espacios académicos dejan de usarse. La gráfica 5.13b muestra la comparación de la capacidad utilizada con respecto a la capacidad disponible en el IPA2019 en la extensión Soacha, donde el 28 % de la capacidad disponible es utilizada por los tres programas y el 72 % de la capacidad disponible no se utiliza. Para las gráficas posteriores (Véase el anexo Ñ) y (Véase el anexo O)). La gráfica 5.13c muestra la comparación de la capacidad disponible y utilizada respecto a la capacidad instalada en el IIPA2018 en la extensión Soacha, donde el 41 % de la capacidad instalada está disponible para programar actividades académicas, el 10 % de la capacidad instalada es utilizada por los tres programas de pregrado y el 48 % de la capacidad instalada los espacios académicos dejan de usarse. La gráfica 5.13d muestra la comparación de la capacidad utilizada con respecto a la capacidad disponible en el IIPA2018 en la extensión Soacha, donde el 25 % de la capacidad disponible es utilizada por los tres programas y el 75 % de la capacidad disponible no se utiliza.



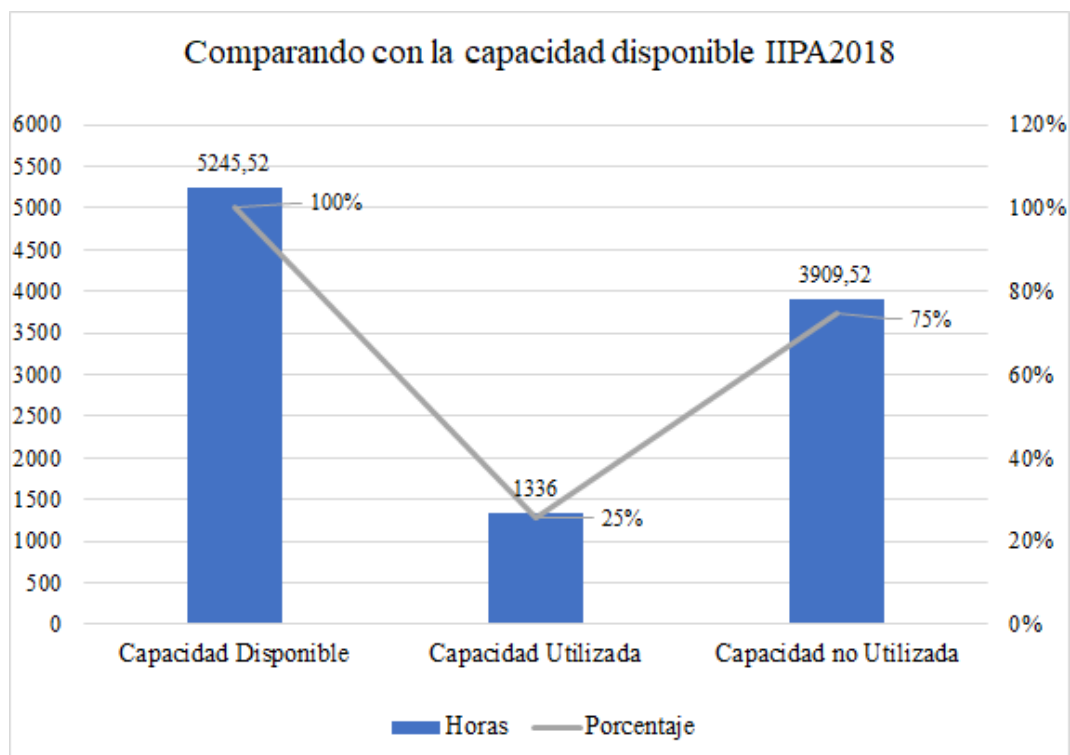
(a) Comparación de capacidad disponible y utilizada con respecto a la capacidad instalada para el IPA2019



(b) Comparación de la capacidad utilizada con respecto a la capacidad disponible en el IPA2019 en la Extensión Soacha



(c) Comparación de capacidad disponible y utilizada con respecto a la capacidad instalada para el IIPA2018



(d) Comparación de la capacidad utilizada con respecto a la capacidad disponible en el IIPA2018 en la Extensión Soacha

5.2. Capacidad del programa académico Ingeniería Industrial

Teniendo en cuenta el capítulo 3 de este proyecto de grado, sección 3.3 donde se establecen los tres aspectos fundamentales para la medición de la capacidad del programa de ingeniería industrial de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se realizó el cálculo de (i) La capacidad de consumo de un estudiante por semestre ecuación 3-1, (ii) El consumo de recursos de un estudiante ecuación 3-2, (iii) La cantidad de estudiantes matriculados por semestre ecuación 3-7, (iv) Número de estudiantes matriculados por periodo académico ecuación 3-10, (v) La capacidad real disponible de recursos ecuación 3-11 y por último se establece la relación entre el consumo y capacidad ecuación 3-12. Para dicho cálculo, se tomó todos los núcleos temáticos del programa, los créditos/semestre, estudiantes primiparos, el número de estudiantes que pueden inscribirse al núcleo temático por primera vez, los estudiantes que no aprueban el núcleo temático, los estudiantes que cumplen los requisitos para inscribirse en el núcleo temático, los estudiantes matriculados por núcleo temático, la tasa de estudiantes inscritos, la intensidad horaria (horas/semana), el tamaño del grupo para cada núcleo temático, la carga unitaria, el número esperado de estudiantes para el núcleo temático que no se inscribirán en el siguiente semestre, el número esperado de estudiantes registrados, el número de cada espacio académico, los días disponibles para programar teniendo en cuenta los festivos y la holgura (ó pérdida de clase), horarios de trabajo, tasas de horas utilizada por el programa académico, los espacios académicos disponibles para el programa y los espacios académicos disponibles para la facultad (Véase el anexo R), (Véase el anexo Q) y (Véase el anexo P).

La tabla 5-6 muestra los resultados para cada aspecto (Q_m , Y_j , G , F_j , CSR_j y SQ_j) con la capacidad Real, la capacidad SIN I.O y la capacidad CON I.O. Por ejemplo en el 2019IPA Real, se hubieran podido atender a 1.001 estudiantes con un promedio de tamaño de grupo de 32 estudiantes, con un tiempo de consumo de 5,504 horas/semana de todos los matriculados y la capacidad real disponible de recursos es de 2.777,141 horas/estudiantes, entonces $Y_j < SQ_j$, es decir la extensión esta subutilizada para este periodo académico y para el programa, en pocas palabras la extensión estaría hecha para recibir y atender una cantidad de estudiantes mas alta. Para 2019IPA SIN I.O (es importante aclarar que para el cálculo de la medición de la capacidad del programa SIN I.O, no se tuvieron en cuenta la NTC 4595 ni la NTIE-017, los tamaños de grupo fueron calculados con el modelo matemático que se ubica en la sección 6.3.1) se hubieran podido atender a 1.014 estudiantes con un promedio de tamaño de grupo de 34 estudiantes, con un tiempo de consumo de 5,504 horas/semana de todos los matriculados y la capacidad real disponible de recursos es de 4.794,299 horas/estudiantes, entonces $Y_j < SQ_j$. Para 2019IPA con I.O (es importante aclarar que para el cálculo de la medición de la capacidad del programa CON I.O, se tuvieron en cuenta los índices de ocupación establecido por la la NTC 4595, la NTIE-017 y la Real-Ucundinamarca, los tamaños

de grupo fueron calculados con el modelo matemático que se ubica en la sección 6.3.1) se hubieran podido atender a 1.009 estudiantes con un promedio de tamaño de grupo de 28 estudiantes, con un tiempo de consumo de 6,66 horas/semana de todos los matriculados y la capacidad real disponible de recursos es de 4.319,854 horas/estudiantes, entonces $Y_j < SQ_j$. La comparación entre la capacidad del programa en los diferentes escenarios (Real, SIN I.O y CON I.O), permite al programa saber cuántos estudiantes podría estar atendiendo por periodo académico teniendo en cuenta los requerimientos del programa, el tamaño del grupo de todos los núcleos temáticos y cómo los estudiantes matriculados ejercen presión sobre el programa en cuanto al consumo de los recursos disponibles.

Por ultimo, para el periodo académico 2019IIPA se realiza la capacidad del programa, haciendo una proyección, teniendo en cuenta la tasa de admitidos respecto a los inscritos 5.2, ya que el % decreció en promedio de los últimos tres periodos académicos un 17 %, así pues, se propone una tasa de admisión a primer semestre de diez puntos porcentuales por encima, es decir 153 estudiantes nuevos, con el fin de proponer dar mas cobertura y empezar el crecimiento del programa, aprovechar la demanda teniendo en cuenta el costo-beneficio, este tiene en cuenta los tres periodos académicos anteriores para calcular número de estudiantes matriculados, estudiantes que no aprueban los núcleos temáticos, el número de estudiantes que pueden inscribirse en un núcleo temático, entre otros., los tamaños de grupo fueron calculados con el modelo matemático que se ubica en la sección 6.3.1).

	Qm			Yj			G		
Periodo Académico	Real	SIN I.O	CON I.O	Real	SIN I.O	CON I.O	Real	SIN I.O	CON I.O
2018-IPA	7,250	7,385	6,669	991,844	1017,321	1004,367	31	32	33
2018-IIPA	4,083	4,106	4,008	603,454	596,572	626,468	30	32	31
2019-IPA	5,504	5,868	6,600	1001,497	1014,137	1009,820	32	34	28
2019-IIPA	6,295	6,301	5,980	1007,586	1008,939	1010,349	29	29	30
	Fj			CSRj			SQj		
Periodo Académico	Real	SIN IO	CON IO	Real	SIN IO	CON IO	Real	SIN IO	CON IO
IPA	0,705850631	0,725	0,664	2913,042	2913,042	2913,042	4126,995	4018,396	4387,614
IIPA	0,589403141	0,591	0,578	2903,088	2903,088	2903,088	4925,470	4914,234	5023,121
IPA	0,530468822	0,579	0,643	2777,142	2777,142	2777,142	5235,259	4794,299	4319,854
IIPA	0,620103162	0,621	0,600	2796,521	2796,521	2796,521	4509,767	4505,743	4658,375

Tabla 5-6.: Resultados de la medición de la capacidad del programa ingeniería industrial

6. Herramienta de gestión

Teniendo en cuenta que el presente trabajo de grado tiene como objetivo general el diseño de una herramienta de gestión para proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada en la Universidad de Cundinamarca, y en particular para ser aplicado sobre programa académico en la extensión Soacha, este capítulo pretende mostrar la metodología para su construcción y validación. De esta manera, el capítulo inicia con una revisión bibliográfica (sobre publicaciones arbitradas) asociada a los modelos matemáticos aplicados al sector educativo diferenciando el origen (nacional o internacional), el modelo, los objetivos, características y la técnica matemática utilizada. Posteriormente describe la metodología para su construcción, la cual se ha estructurado en cuatro fases, (i) definir parámetros, variables de decisión y las restricciones de la herramienta de gestión, (ii) construir del modelo matemático que permite proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada, (iii) desarrollar la herramienta de gestión y (iv) validar la herramienta de gestión haciendo uso de datos históricos y simulación.

6.1. Modelos matemáticos aplicados al sector educativo

Para la consulta de las diferentes publicaciones internacionales se utiliza la metodología de visualización de redes bibliométricas propuesto por Van Eck 2014, el manual de VOSviewer v1.6.10 actualizado por el mismo autor en 2019 y la base de datos Scopus (años 1998-2019) (Véase el anexo T), además del buscador de Google Scholar para las publicaciones nacionales como “modelo de capacidad aplicado al programa de ingeniería industrial” y “Simulation-optimization model to determine the installed capacity on a educational services system”. Las ecuaciones de búsqueda para Scopus fueron:

- TITLE-ABS-KEY (decision AND support AND systems AND for AND university AND management AND processes)
- TITLE-ABS-KEY (managing AND educational AND capacity)
- TITLE-ABS-KEY (optimal AND admission AND scholarship)
- TITLE (measuring AND the AND efficiency AND of AND decision AND making AND units)
- TITLE (installed AND capacity AND of AND an AND educational AND services AND system)

- TITLE (operational AND research AND in AND education)

- (TITLE (“Educational*”) AND TITLE-ABS-KEY (“Linear Programming”))

- (TITLE-ABS-KEY (“mathematical model*”) AND TITLE-ABS-KEY (“Educational*”) AND TITLE-ABS-KEY (“capacity”))

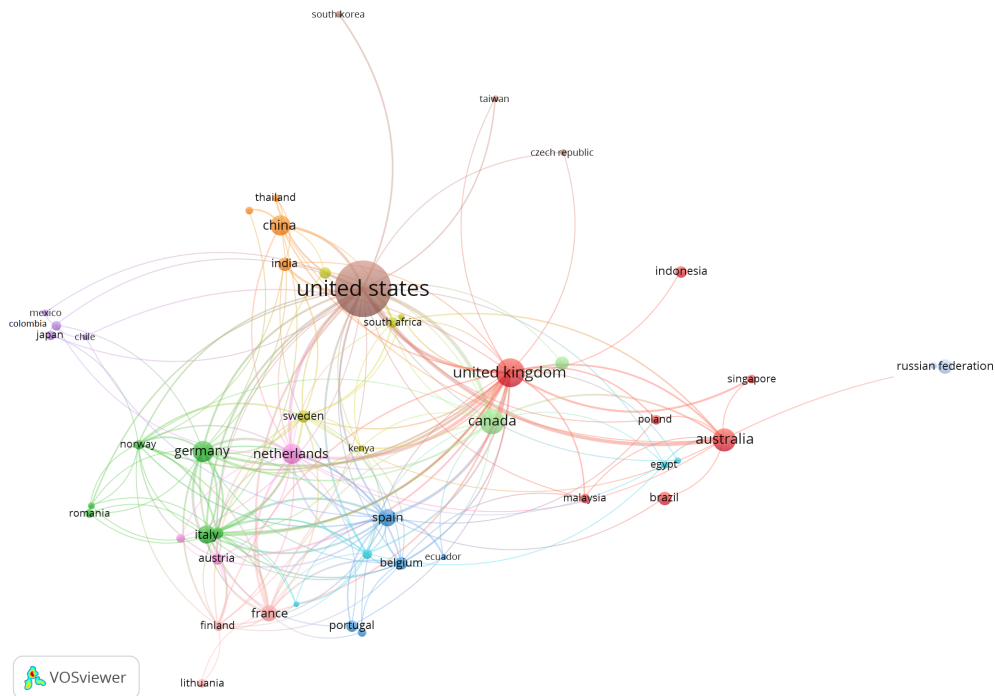


Figura 6.1.: Mapa de la red de coautores según las referencias de Scopus seleccionadas con las ecuaciones de búsqueda.

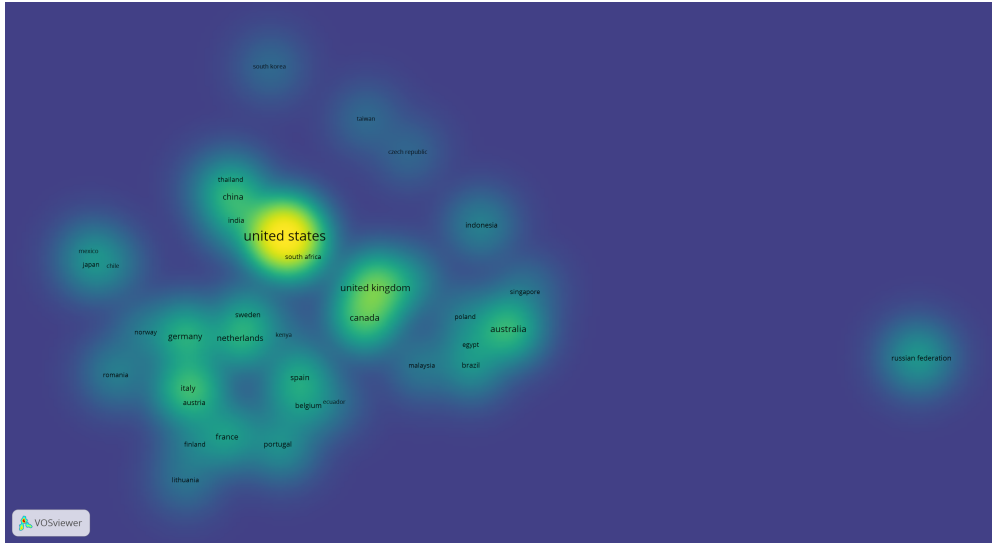


Figura 6.2.: Visualización de la densidad de coautores asociadas a la figura 6.1.

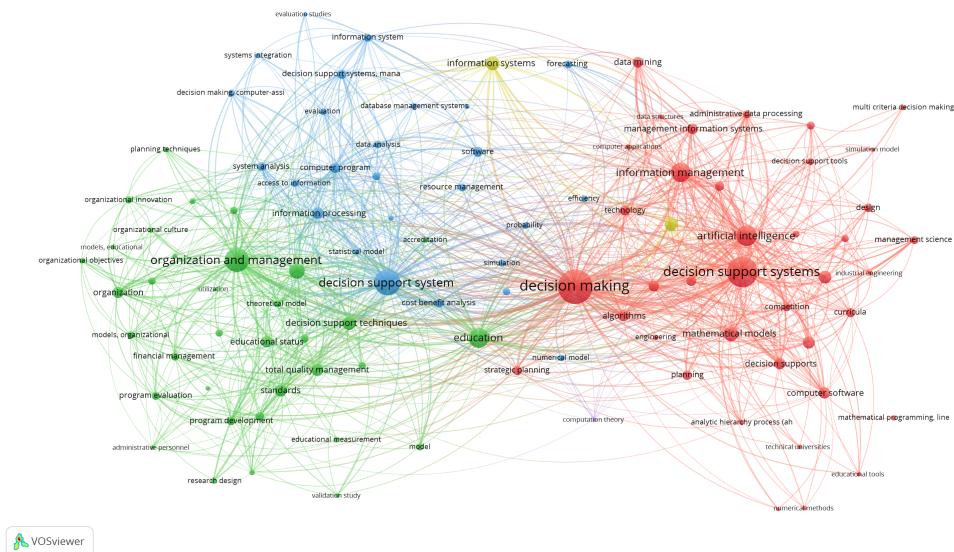


Figura 6.3.: Mapa de la red de palabras clave según las referencias de Scopus seleccionadas con las ecuaciones de búsqueda.

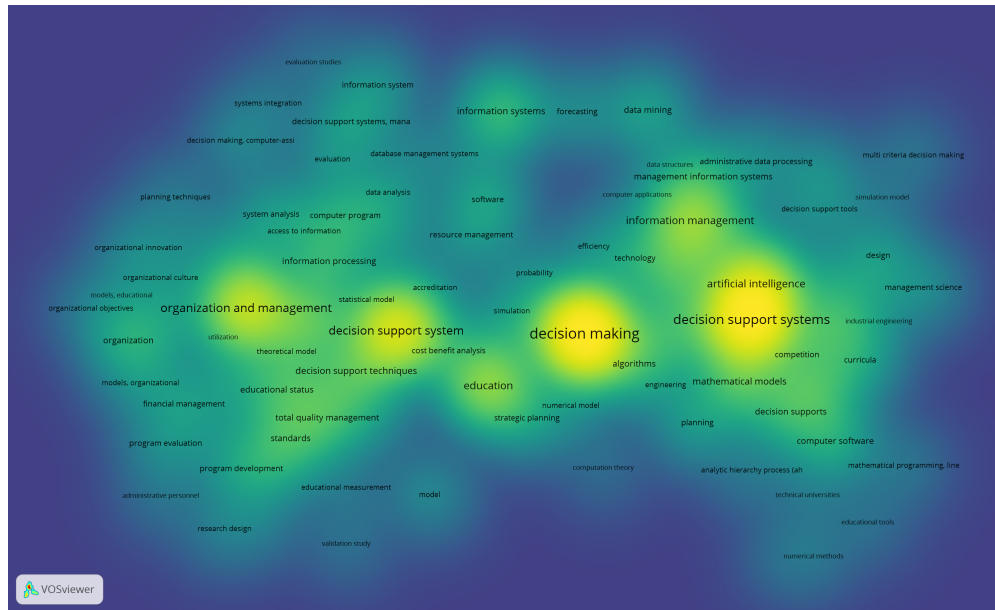


Figura 6.4.: Visualización de la densidad de coautores asociadas a la figura 6.3.

En las figuras 6.1 y 6.2 se muestra que los países que realizan un mayor número de investigaciones en co-autoría asociadas a los temas de: Sistemas de apoyo a la decisión para procesos de gestión universitaria, gestión de la capacidad educativa, medición de la eficiencia de las unidades de decisión, capacidad instalada de un sistema de servicios educativos, investigación operativa en educación, programación lineal, modelos matemáticos y capacidad; son Estados Unidos, Reino Unido y Canadá. Por otro lado en las figuras 6.3 y 6.4, los temas más trabajados son: toma de decisiones, sistema de soporte de decisiones, a la derecha orientados al manejo cualitativo y a la izquierda orientados a lo cuantitativo con énfasis en la modelación matemática.

Modelo	Autor	Resumen	Características	Técnicas
Measuring the efficiency of decision making units	(Charnes, cooper & Rhodes, 1978)	Los autores buscan plantear medidas a la eficiencia de la toma de decisiones. Un programa de una institución está compuesto por una colección de unidades de toma de decisión (DMU's) con entradas y salidas en común. La medida de eficiencia propuesta busca maximizar el radio de salidas de acuerdo con las entradas, sujeto a la condición de que los radios similares de cada (DMU's) deben ser menores o iguales a 1.	<p>Objetivo: Presentar una revisión acerca del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para fijar objetivos de salida.</p> <p>Parámetros: Entradas al sistema. Salidas del sistema.</p> <p>Resultados: Metodología que permite comparar la eficiencia entre diferentes unidades de toma de decisión de un sistema.</p>	DEA Programación Lineal
Student flow in a university department: Results of a Markov analysis	(Bessent & Bessent, 1980)	En una Universidad Departamental se emplea un análisis de Markov para estudiar la progresión de los estudiantes de Doctorado, que permitiera determinar si el número actual de admisiones iba a crear en un futuro una sobrecarga de trabajo en los docentes asignados a supervisar las Tesis Doctorales.	<p>Objetivo: Determinar si el número de ingreso de estudiantes de doctorado era óptimo para el desarrollo de los procesos académicos.</p> <p>1. La tasa de continuación es baja para los estudiantes no avanzados a candidatura y una vez retirados, es probables que permanezcan sin matricularse para el próximo semestre; 2. Los estudiantes que han avanzado a la candidatura es más probable que permanezcan inscritos y si se retiran, tienen más probabilidades de volver a inscribirse en el próximo período; 3. La probabilidad de graduación en un determinado semestre para los alumnos que han avanzado a la candidatura es de 0.18.</p>	Análisis de Markov

Tabla 6-1.: Modelos matemáticos

Modelo	Autor	Resumen	Características	Técnicas
A linear programming model for an optimum admissions policy in education	(Deif, 1980)	El trabajo presenta un modelo sobre políticas de admisión, utilizando técnicas de optimización para definir la fuerza de trabajo requerida de tal manera que se elimine el analfabetismo después de cierto periodo de planeación. Para dar solución al problema se basan en restricciones de disponibilidad de docentes y de presupuesto.	<p>Objetivo: Definir requerimientos de personal de acuerdo a la demanda y admisión estudiantil en diferentes niveles de formación (primaria, secundaria, universitaria y postgrado)</p> <p>Parámetros: Periodo de Planeación, Mano de obra inicial y final, Población en la edad de 6 años o que entran a recibir el servicio y Limitaciones de presupuesto</p> <p>Resultados: Método de planificación de recursos de mano de obra en un periodo n. Se obtuvo controlando el flujo de estudiantes en los diferentes niveles de educación.</p>	Programación Lineal
Decision Support System for Managing Educational Capacity Utilization	(Scholl & Mansmann, 2007)	La investigación se centra en el desempeño de las universidades públicas en Alemania. Con el modelo de toma decisiones buscan realizar reingeniería en sus estructuras y adoptar un nuevo modelo para el desarrollo de sus actividades, preparando a estas instituciones para afrontar la nueva demanda basada en la globalización y los cambios económicos actuales.	<p>Objetivo: Presentar una metodología para evaluar la capacidad de la educación, y planear su distribución y utilización.</p> <p>Parámetros: Capacidad de sillas, Número de facultades, Docentes y Demanda</p>	Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones y Programación Lineal

Tabla 6-2.: Modelos matemáticos

Modelo	Autor	Resumen	Características	Técnicas
Optimal Admission and Scholarship Decisions: Choosing Customized Marketing Offers to Attract a Desirable Mix of Customers	(Belloni, Lovett, Boulding, & Staelin, 2012)	El trabajo propone un modelo de toma de decisiones que permita identificar los clientes potenciales en este caso estudiantes que deben ser admitidos con beca al MBA. El problema básico es como identificar a estos estudiantes de una larga lista de solicitudes recibidas. Para dar solución al problema el director del programa recibe las solicitudes de ingreso con información acerca de cada estudiante y así mismo la información acerca de otras instituciones a las que el estudiante haya aplicado. Basado en esa información y bajo una restricción de presupuesto el director modela la información para obtener la mejor solución	Objetivo: Presentar una metodología para mejorar la toma de decisiones respecto a los procesos de admisión y asignación de becas. Parámetros: Proceso de aplicación a becas, Demanda y Políticas de admisión. Resultados: Modelo de toma de decisiones, aplicado a un programa de MBA, donde se asignaron becas a estudiantes según el proceso de aplicación.	Programación Lineal
Visual Model for Managing Educational Capacity Utilization in Egyptian Universities	(El-Fattah, 2012)	En las universidades es necesario tener un modelo enfocado en la planeación de las actividades, la eficiente asignación de los recursos maximizando los ingresos de estudiantes. Debe basarse en una apropiada investigación de operaciones o técnicas de modelado que permita a los directores alcanzar las metas institucionales.	Objetivo: Presentar un modelo de gestión visual para la admisión de estudiantes en Universidades Egipcias. Parámetros: Demanda, Personal, Laboratorios, Clases y Estudiantes Inscritos. Resultados: Modelo que soporta las decisiones administrativas en universidades relacionadas con los procesos de admisión, asignación y utilización de recursos.	Investigación de operaciones.

Tabla 6-3.: Modelos matemáticos

6.2. Parámetros, variables de decisión y restricciones

Con la intención de aproximarse adecuadamente a la construcción de la herramienta de gestión, y para realizar una recolección de información inicial y detallada, se utilizó la técnica de entrevista. Por medio de conversación directa con el Coordinador del Programa de Ingeniería Industrial para el año 2018, se logró definir una lista de posibles parámetros y variables que afectan de manera directa el procedimiento de pre-asignación docente *MFAP08* en cuanto a la actividad número 4, figura 4.4, teniendo en cuenta a su vez los espacios académicos disponibles. La lista se muestra en la tabla 6-4,

No	Descripción del parámetro o variable	Abreviatura
1	Capacidad Auditorio de Biblioteca	CapAB
2	Capacidad Auditorio principal	CapAP
3	Capacidad Aula Audiovisual B Piso 1	CapAudB1
4	Capacidad Aula Audiovisual B Piso 2	CapAudB2
5	Capacidad Aula normal bloque A Piso 1	CapAulNA1
6	Capacidad Aula normal bloque A Piso 2	CapAulNA2
7	Capacidad Aula normal Bloque C Piso 1	CapAulNC1
8	Capacidad Aula normal Bloque C Piso 2	CapAulNC2
9	Capacidad Biblioteca-Zona de lectura	CapBibZL
10	Capacidad Laboratorio Biología y Química	CapLabBQ
11	Capacidad Laboratorio de Fisiología	CapLabFisio
12	Capacidad Laboratorio de hardware	CapLabH
13	Capacidad Laboratorio Física	CapLabFis
14	Capacidad Laboratorio Has 200	CapLabHAS
15	Capacidad Laboratorio Siglo 21	CapLabS21
16	Capacidad Sala consulta virtual	CapCV
17	Capacidad Sala de computo # 1	CapSComp1
18	Capacidad Sala de computo # 2 Software	CapSComp2
19	Capacidad Sala de computo # 3	CapSComp3
20	Capacidad Sala de computo # 4	CapSComp4
21	Capacidad Sala de dibujo	CapSD
22	Capacidad Sala de profesores	CapSP
23	Capacidad Sala de tesis	CapST
24	Capacidad de Software	CapSoft
25	Capacidad de Docentes Hora Cátedra	CapHC
26	Capacidad de Docentes TCO4	CapTCO4
27	Capacidad de Docentes TCO10	CapTCO10
28	Capacidad de Parquaderos	CapPar
29	Capacidad Cafetería	CapCaf
30	Capacidad Batería de Baños	CapBañ
31	Capacidad de Servicios de Esparcimiento Diario	CapSED
32	Tipo de vinculación docente	TipoVD
33	Índices de Ocupación	IndOcup
34	Número de estudiantes repitentes por materia	EstRepM
35	Número de estudiantes inscritos por materia	EstInsM
36	Número de estudiantes que se retiran por materia	EstRetM
37	Número de estudiantes matriculados por materia	EstMatM
38	Número de estudiantes repitentes por semestre	EstRepS
39	Número de estudiantes inscritos por semestre	EstInsS
40	Número de estudiantes que se retiran por semestre	EstRetS
41	Número de estudiantes matriculados por semestre	EstMatS
42	Número de grupos asignados a un docente	GrupD
43	Número de horas asignadas a un docente hora Cátedra	HrHC
44	Número de horas asignadas a un docente TCO4	HrTCO4
45	Número de horas asignadas a un docente TCO10	HrTCO10
46	Número de grupos por materia	GrupM
47	Recursos destinados para la Investigación	RecInv
48	Recursos Bibliográficos (Acceso a fuentes de información)	RecBib
49	Recursos destinados a apoyo de la gestión docente (Herramientas virtuales de aprendizaje)	RecApoy
50	Perfil Docente	PerfDoc
51	Demanda estudiantes	DemEst
52	Malla Curricular	MaCurr
53	Intensidad horaria por materia	IhM
54	Movilidad Estudiantil	MovEst
55	Movilidad Docente	MovDoc
56	Acreditación del Programa	AcrPr

Tabla 6-4.: Listado de posibles parámetros/variables para la herramienta de gestión.

Por medio del método de análisis estructural (MICMAC) Erich Jantsch (1967) y el uso del software¹ se logró definir la relación entre los parámetros/variables (Véase el anexo U), y como resultado se puede mostrar la figura 6.5.

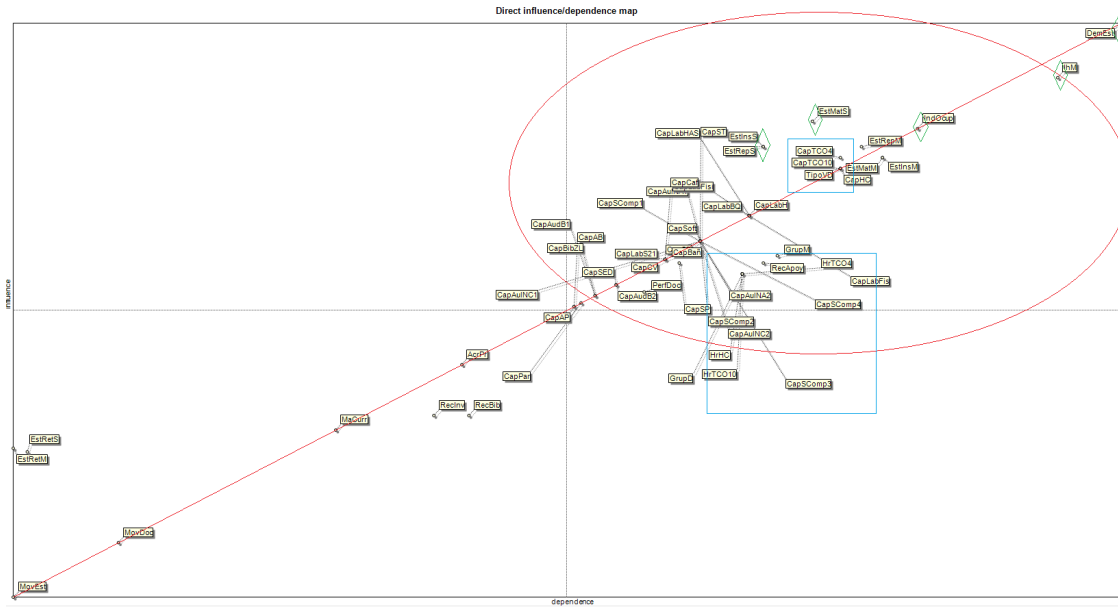


Figura 6.5.: Relación de influencia/dependencia directa para la lista mostrada en la tabla 6-4.

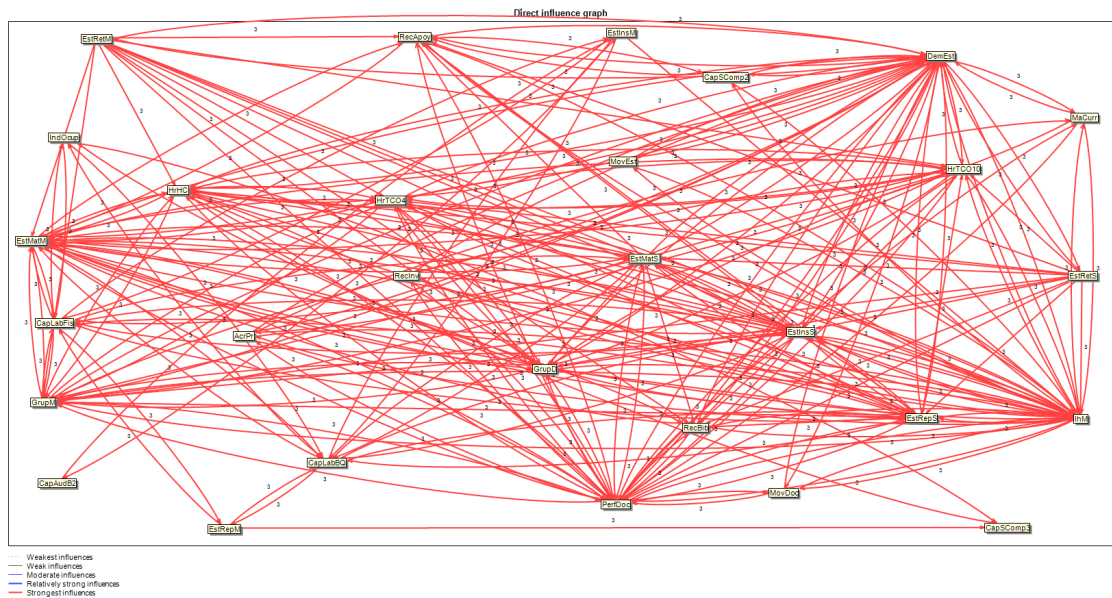


Figura 6.6.: Grafo de relación de influencia/dependencia directa para la lista mostrada en la tabla 6-4.

¹<http://en.lapropective.fr/methods-of-prospective/software/59-micmac.html>

En la figura 6.5 se muestra cual es la relación de influencia vs dependencia para cada una de las variables, se hace énfasis en las variables enmarcadas en el círculo rojo por ser las que más influyen y dependen unas de otras, descartando las demás. Se muestran algunos grupos significativos enmarcados en rectángulos azules y otras variables con influencia fuerte enmarcadas en rombos verdes. Estas variables se re-configurarán y serán las consideradas más adelante para la formulación del modelo. De este modo, los parámetros a considerar se listan en la tabla 6-5,

No	Descripción del parámetro	Abreviatura
1	Semestre	s
2	Núcleo temático	m
3	Tipo de espacio académico	l
4	Tipo de Software	f
5	Tipo de vinculación docente	g
6	Capacidad en horas disponibles del espacio académico tipo l	CaphEspA(l)
7	Capacidad en número de estudiantes para el espacio académico tipo l	CapestEspA(l)
8	Capacidad de horas disponibles para usar el software tipo f	CapestSoft(f)
9	Número de licencias del Software tipo f	CaplicSoft(f)
10	Intensidad horaria por materia m	Ih(m)
11	Tiempo requerido por un estudiante para cursar el núcleo temático m en el espacio académico l	Ihest(m,l)
12	Número de estudiantes nuevos inscritos en el núcleo temático m en el semestre s	N(m,s)
13	Número de estudiantes esperados en el núcleo temático m del semestre s	I(m,s)
14	Número de estudiantes repitentes en el núcleo temático m en el semestre s	R(m,s)
15	Número máximo de estudiantes a recibir en el núcleo temático m del semestre s	Nmax(m,s)
16	Tiempo requerido por el estudiante para usar el software f en el núcleo temático m	Ihsoft(f,m)
17	Cantidad inicial de docentes tipo g disponibles para orientar el núcleo temático m	DocIn(g,m)

Tabla 6-5.: Listado definitivo de parámetros para la herramienta de gestión.

Por otro lado las variables de decisión son las que se listan en la tabla 6-6,

No	Descripción de las variables de decisión	Abreviatura
1	Cantidad esperada de estudiantes que matriculan la materia m del semestre s	X(m,s)
2	Número de docentes a adicionar del tipo de vinculación g para orientar el núcleo temático m	H(g,m)
3	Número de docentes a redistribuir del tipo de vinculación g para orientar el núcleo temático m	D(g,m)
4	Número de docentes asignados del tipo de vinculación g para orientar varios grupos del núcleo temático m	W(g,m)
5	Número de grupos del núcleo temático m	T(m)

Tabla 6-6.: Listado definitivo de las variables de decisión para la herramienta de gestión.

6.3. El modelo matemático

Después de realizar la revisión bibliográfica se determinó para la construcción del modelo matemático, utilizar la técnica de programación lineal y por otro lado, utilizar los parámetros y variables seleccionados mediante la metodología MICMAC. Dicho modelo, tiene como objetivo determinar la cantidad mínima de docentes asignados según su tipo de vinculación, para orientar un número de núcleos temáticos dado, satisfaciendo exactamente la demanda del periodo académico de estudio. Lo anterior, con el fin de proyectar la carga académica mejorando el uso de la capacidad instalada; en otras palabras realizar una mejora en el procedimiento *MFAP08* desde la actividad número 4 preasignación docente.

La estructura del modelo propuesto aplicada a un programa académico se presenta a continuación,

No	Descripción del parámetro	Símbolo	Tipología
1	Semestre	s	Índice
2	Núcleo temático	m	Índice
3	Tipo de espacio académico	l	Índice
4	Tipo de Software	f	Índice
5	Tipo de vinculación docente	g	Índice
6	Capacidad en horas disponibles del espacio académico tipo l	$CaphEspA_l$	Vector
7	Capacidad en número de estudiantes para el espacio académico tipo l	$CapestEspA_l$	Vector
8	Capacidad de horas disponibles para usar el software tipo f	$CapestSoft_f$	Vector
9	Número de licencias del Software tipo f	$CaplicSoft_f$	Vector
10	Intensidad horaria por materia m	Ih_m	Vector
11	Tiempo requerido por un estudiante para cursar el núcleo temático m en el espacio académico l	$Ihest_{ml}$	Tabla
12	Número de estudiantes nuevos inscritos en el núcleo temático m en el semestre s	N_{ms}	Tabla
13	Número de estudiantes esperados en el núcleo temático m del semestre s	I_{ms}	Tabla
14	Número de estudiantes repitentes en el núcleo temático m en el semestre s	R_{ms}	Tabla
15	Número máximo de estudiantes a recibir en el núcleo temático m del semestre s	$Nmax_{ms}$	Tabla
16	Tiempo requerido por el estudiante para usar el software f en el núcleo temático m	$Ihsoft_{fm}$	Tabla
17	Cantidad inicial de docentes tipo g disponibles para orientar el núcleo temático m	$DocIn_{mg}$	Tabla
18	Máximo número de grupos asignados al docente tipo g por núcleo temático	t_g	Escalar
19	Máximo número de grupos asignados al docente tipo g	$maxG_g$	Escalar
20	Mínimo número de grupos asignados al docente tipo g	$minG_g$	Escalar
21	Máximo número de docentes tipo g a contratar	$maxD_g$	Escalar
22	Mínimo número de docentes tipo g a contratar	$maxD_g$	Escalar

Tabla 6-7.: Listado definitivo de los parámetros para el modelo matemático con su respectivo Símbolo y Tipología.

No	Descripción de las variables de decisión	Símbolo	Tipología
1	Cantidad esperada de estudiantes que matriculan la materia m del semestre s	X_{ms}	Tabla
2	Número de docentes a adicionar del tipo de vinculación g para orientar el núcleo temático m	H_{mg}	Tabla
3	Número de docentes a redistribuir del tipo de vinculación g para orientar el núcleo temático m	D_{mg}	Tabla
4	Número de docentes asignados del tipo de vinculación g para orientar varios grupos del núcleo temático m	W_{mg}	Tabla
5	Número de grupos del núcleo temático m	T_m	Vector

Tabla 6-8.: Listado definitivo de las variables de decisión para el modelo matemático con su respectivo Símbolo y Tipología.

6.3.1. Formulación General

Función Objetivo

$$\text{minimizar } F = \sum_{m=1}^M \sum_{g=1}^G W_{mg} \quad (6-1)$$

Restricciones

$$N_{ms} + I_{ms} + R_{ms} = X_{ms} \quad (6-2)$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^S I_{hest_{ml}} * X_{ms} \leq CaphEspA_l * CapestEspA_l \quad (6-3)$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^S I_{hsoft_{fm}} * X_{ms} \leq CapestSoft_f * CaplicSoft_f \quad (6-4)$$

$$DocIn_{mg} + H_{mg} - D_{mg} = W_{mg} \quad (6-5)$$

$$T_m = \sum_{g=1}^G t_g * W_{mg} \quad (6-6)$$

$$\text{min}xG_g * \text{min}D_g \leq \sum_{m=1}^M W_{mg} \leq \text{max}G_g * \text{max}D_g \quad (6-7)$$

Ecución	Descripción
6-1	Función Objetivo: Se minimiza el número de docentes asignados del tipo de vinculación g para orientar varios grupos del núcleo temático m
6-2	Demanda: Demanda de estudiantes a satisfacer en un periodo académico dado.
6-3	Capacidad salones: Define la capacidad máxima con la que cuenta el programa en horas disponibles por espacio académico y por capacidad de estudiantes.
6-4	Capacidad software: Define la capacidad máxima con la que cuenta el programa en horas disponibles para usar un software por el número de licencias.
6-5	Docentes: Relaciona el número de docentes iniciales para orientar un núcleo temático, con los docentes a adicionar y redistribuir.
6-6	Balance Grupos/Docentes: Relaciona el número de grupos con el número de docentes a asignar en cada núcleo temático
6-7	Máximo y mínimo de Docentes: Define el número máximo y mínimo de docentes a asignar según el tipo de vinculación teniendo en cuenta el número de grupos que dicho docente puede atender.

Tabla 6-9.: Descripción asociada a las restricciones del modelo propuesto.

6.4. Desarrollo de la herramienta

Para el desarrollo de la herramienta de gestión se utiliza el software GAMS (General Algebraic Modeling System) v23.5.1/2010 que combina algebra y programación, busca resolver problemas de optimización. El software permite construir modelos grandes y complejos a través de programación matemático atacando un problema determinado. Así pues que, (se construye el código completo para el modelo, el cual se ejecuta usando la programación entera mixta MIP) tomado datos de entrada y ejecutando las salidas desde excel. Sin embargo, se deja abierta la propuesta para utilizar la versión GAMS MIRO/2019, la cual permite una interfaz web para los modelos GAMS. Esta integración permitiría la manipulación de datos, la administración de escenarios, análisis de sensibilidad y la evaluación gráfica de resultados desde el navegador web, dejando intactos los datos de entrada y salida de excel. Todo mediante una GUI completamente funcional que puede iniciarse directamente desde el nuevo GAMS o mediante un acceso directo en su escritorio.

GAMS MIRO CHEAT SHEET

Basics: GAMS MIRO helps you turn your GAMS model into an interactive web application. It is an easy and automated way to deploy a GAMS model, and its extensive data and solution visualization capabilities allow you to produce and use optimization-based decisions with confidence.

Key features:

- Quick & automated deployment of GAMS models
- Data visualization with powerful graphics
- Generation, processing and evaluation of scenario data
- Intuitive, structured integration requires no GAMS expertise
- Easy to use & comfortable working environment

How to get there

- Enclose input data which should be visible in MIRO with `$onExternalInput / $offExternalInput` tags
- Enclose output data which should be visible in MIRO with `$onExternalOutput / $offExternalOutput` tags (Multiple use possible)

```

[.]
$onExternalInput
Parameters x(1) 'capacity of plant i in cases' / seattle 350
san-diego 600 /
Scalar f 'freight in dollars/case per 1000 miles' /90/ ;
$offExternalInput
[.]
$onExternalOutput
Variables x(1,2) 'shipment quantities in cases'
total 'total transportation costs in 1000$' ;
$offExternalOutput
[.]
Solve transport using lp minimizing z;

```

BASE MODE

- Via GAMS command line: `miro=launch`
- Via created shortcut of model app

Configuration

Configuration & customization via JSON file `<modelname>.json` - you can generate JSON with the configuration generator

- General appearance
- Functionality
- Language
- Graphics

Input widgets

- Table
- Slider / slider range
- (Multi) dropdown menu
- Date (range) selector
- Check box
- Text input

Custom Graphics

An R API provides extensive visualization options (custom renderers).

Charts / plots (pre-implemented):

- Table
- Pie chart
- Bar chart
- Line chart
- Scatter plot
- Histogram
- Pivot table

GAMS Software GmbH
www.gams.com
info@gams.com
 Learn more at www.gams.com/miro
 GAMS MIRO version 0.4.0
 Updated: 2019-02-25

Figura 6.7.: Descripción Miro, Tomado de: <https://gams.com/miro/>.

Por otro lado, para complementar la herramienta de gestión, se utiliza la metodología para medir la capacidad de un programa académico, donde se encuentra cómo el programa a través de su preasignación docente, los estudiantes matriculados consumen determinado tiempo en un espacio académico teniendo en cuenta los núcleos temáticos por cada semestre del programa y cómo su capacidad esta siendo utilizada de acuerdo a la capacidad real disponible de los recursos. Con el objetivo de determinar que tanta presión ejercen los estudiantes matriculados sobre el programa y las instalaciones.(Véase el anexo [R](#))

6.5. Validación

Para la validación del modelo se cargan a excel los datos asociados a los parámetros de la tabla 6-7 tipología índice, vector y tabla para los periodos académicos IPA2018 y IIPA2018 se procesan los datos usando el código desarrollado en la sección anterior y se consolidan las salidas o resultados (Véase el anexo S) y (Véase el anexo V)

	(Docentes a asignar) Modelo Matemático			Total Modelo Matemático	(Docentes asignados) Real			Total Real
	HC.M	TCO4.M	TCO10.M	Docentes	HC.R	TCO4.R	TCO10.R	Docentes
2018IPA sin I.O	11	10	7	28	6	12	6	24
2018IIPA sin I.O	10	8	9	27	6	8	9	23
2019IPA sin I.O	10	8	9	27	7	9	10	26
2019IIPA sin I.O	10	9	11	30	6	9	10	25
2018IPA con I.O	6	13	5	24	6	12	6	24
2018IIPA con I.O	6	9	9	24	6	8	9	23
2019IPA con I.O	2	9	10	21	7	9	10	26
2019IIPA con I.O	6	9	10	25	6	9	10	25

Tabla 6-10.: Contraste número de docentes (real/modelo)

Diferencias entre el Modelo y la Real				
	HC	TCO4	TCO10	Diferencia Total
2018IPA sin I.O	5	-2	1	4
2018IIPA sin I.O	4	0	0	4
2019IPA sin I.O	3	-1	-1	1
2019IIPA sin I.O	4	0	1	5
2018IPA con I.O	0	1	-1	0
2018IIPA con I.O	0	1	0	1
2019IPA con I.O	-5	0	0	-5
2019IIPA con I.O	0	0	0	0

Tabla 6-11.: Validación del modelo. Docentes

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M	TCO10.M
FundamentosdeLogica	134	41	3	45	3	4	0	0	0	2
Matematicas1	127	37	3	42	3	5	0	0	0	2
AlgebraLineal	139	42	3	46	3	4	0	0	0	2
CatedraUdecina	110	36	3	37	3	1	0	3	0	0
Comunicacion1	111	53	2	56	2	3	0	3	0	0
Deportes	108	35	3	36	3	1	0	3	0	0
Ingles1	120	29	4	30	4	1	0	3	0	1
FundamentosdeIngenieria	152	46	3	51	3	5	0	0	0	1
Comunicacion2	112	36	2	37	3	1	-1	3	0	0
ConstitucionyDemocracia	90	31	3	30	3	-1	0	3	0	0
Fisica1	99	28	3	25	4	-3	-1	2	1	0
Ingles2	115	29	4	29	4	0	0	3	0	0
Matematicas2	115	42	3	38	3	-4	0	2	0	0
FundamentosdeProgramacion	131	39	3	44	3	5	0	0	2	0
SeminariodeIngenieria	93	25	3	23	4	-2	-1	0	2	0
Dibujo1	100	34	3	33	3	-1	0	1	1	0
Estadistica1	93	27	3	31	3	4	0	2	1	0
Fisica2	98	29	3	33	3	4	0	2	1	0
QuimicaGeneral	117	31	3	29	4	-2	-1	0	2	0
Ingles3	92	29	3	31	3	2	0	3	0	0
Matematicas3	90	28	3	30	3	2	0	2	1	0
Dibujo2	84	26	3	28	3	2	0	1	1	0
EstadisticaInferencial	105	34	3	35	3	1	0	1	1	0
QuimicaIndustrial	78	25	3	26	3	1	0	0	2	0
Termodinamica	113	33	3	38	3	5	0	1	1	0
Ecuacionesdiferenciales	64	18	3	16	4	-2	-1	0	2	0
IngenierieMetodos	85	24	3	21	4	-3	-1	0	2	0
Electivasocio-humanistica	68	19	3	17	4	-2	-1	0	2	0
AdministracionIndustrial	52	19	3	17	3	-2	0	0	1	0
ContabilidadGeneral	90	28	3	30	3	2	0	0	2	0
InvestigacionOperativa1	79	23	3	26	3	3	0	0	2	0
Mercadotecnia	60	20	3	20	3	0	0	0	2	0
Electiva1	77	23	3	26	3	3	0	0	2	0
Microeconomia	77	21	3	19	4	-2	-1	0	2	0
Procesosindustriales	74	21	3	19	4	-2	-1	0	2	0
TGS	58	22	3	19	3	-3	0	1	1	0
GestioneCalidad	83	35	1	42	2	7	-1	0	1	0
InvestigacionOperativa2	35	23	2	18	2	-5	0	0	1	0
AdministracionOrganizacional	47	22	2	24	2	2	0	0	1	0
Electiva2	79	24	2	26	3	2	-1	0	2	0
IngenieriaeCostos	68	28	2	34	2	6	0	0	1	0
InvestigaciondeMercados	53	22	2	27	2	5	0	0	1	0
Macroeconomia	60	29	2	30	2	1	0	0	1	0
Electiva3	70	38	2	35	2	-3	0	0	1	0
GestioneTalentoHumano	61	26	2	31	2	5	0	0	1	0
PlaneacionEstrategica	56	25	2	28	2	3	0	0	1	0
Investigacion1	69	37	2	35	2	-2	0	0	1	0
Aseguramientodelocalidad	58	37	2	29	2	-8	0	0	1	0
IngenieriadelaProduccion	89	38	2	45	2	7	0	0	1	0
IngenieriaEconomica	73	35	2	37	2	2	0	0	1	0
AdministracionyControldeProduccion	78	34	2	39	2	5	0	0	0	1
Electiva4	49	33	2	49	1	16	1	0	0	1
Investigacion2	55	40	2	55	1	15	1	0	0	1
Gestionambiental	54	13	2	14	4	1	-2	0	0	2
GestionFinanciera	59	30	2	30	2	0	0	0	0	1
Relacionesindustriales	58	30	2	29	2	-1	0	2	0	0
LegislacionIndustrial	66	26	2	22	3	-4	-1	0	0	1
NegociosInternacionales	68	31	2	34	2	3	0	0	0	1
Electiva5	52	33	2	26	2	-7	0	0	0	1
HigienyseguridadIndustrial	73	32	2	37	2	5	0	0	0	1
Formulacionyevaluaciondeproyectos	65	33	2	33	2	0	0	0	0	1
Investigacion3	85	36	2	43	2	7	0	0	0	1
LogisticaIndustrial	62	31	2	31	2	0	0	0	0	1
PsicologiaIndustrial	40	41	2	40	1	-1	1	1	0	0
DisenodePlanta	46	32	2	46	1	14	1	0	0	1
Electiva6	56	25	1	28	2	3	-1	0	0	1
GestionTecnologica	51	37	1	51	1	14	0	0	0	1
JuegosGerenciales	68	34	2	34	2	0	0	0	0	1
EticaProfesional	54	57	1	54	1	-3	0	0	0	0
PracticaEmpresarial	42	41	1	42	1	1	0	0	0	1
Proyectedegrado	38	20	2	19	2	-1	0	0	1	0
Indicador	5630	31	173	33	184	1,65	-0,15	42	52	26

Tabla 6-12.: Validación del modelo sin el I.O para el IPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M	TCO10.M
FundamentosdeLogica	134	41	3	34	4	-7	-1	0	0	2
Matematicas1	127	37	3	32	4	-5	-1	0	2	0
AlgebraLineal	139	42	3	35	4	-7	-1	0	2	0
CatedraUdecina	110	36	3	37	3	1	0	0	2	0
Comunicacion1	111	53	2	37	3	-16	-1	0	2	0
Deportes	108	35	3	36	3	1	0	0	2	0
Ingles1	120	29	4	40	3	11	1	0	2	0
FundamentosdeIngenieria	152	46	3	38	4	-8	-1	0	0	4
Comunicacion2	112	36	2	37	3	1	-1	0	2	1
ConstitucionyDemocracia	90	31	3	30	3	-1	0	0	0	1
Fisica1	99	28	3	25	4	-3	-1	4	0	0
Ingles2	115	29	4	38	3	9	1	0	2	0
Matematicas2	115	42	3	38	3	-4	0	3	0	0
FundamentosdeProgramacion	131	39	3	33	4	-6	-1	0	2	0
SeminariodeIngenieria	93	25	3	31	3	6	0	0	0	1
Dibujo1	100	34	3	33	3	-1	0	3	0	0
Estadistica1	93	27	3	31	3	4	0	3	0	0
Fisica2	98	29	3	25	4	-4	-1	4	0	0
QuimicaGeneral	117	31	3	23	5	-8	-2	0	2	1
Ingles3	92	29	3	31	3	2	0	0	1	0
Matematicas3	90	28	3	30	3	2	0	3	0	0
Dibujo2	84	26	3	28	3	2	0	0	1	0
EstadisticaInferencial	105	34	3	35	3	1	0	3	0	0
QuimicaIndustrial	78	25	3	26	3	1	0	0	2	0
Termodinamica	113	33	3	23	5	-10	-2	0	2	0
Ecuacionesdiferenciales	64	18	3	32	2	14	1	0	1	0
Ingenieriademetodos	85	24	3	43	2	19	1	0	1	0
Electivasocio-humanistica	68	19	3	34	2	15	1	0	1	0
AdministracionIndustrial	52	19	3	52	1	33	2	0	1	0
ContabilidadGeneral	90	28	3	30	3	2	0	0	1	0
InvestigacionOperativa1	79	23	3	26	3	3	0	0	1	0
Mercadotecnia	60	20	3	30	2	10	1	0	1	0
Electiva1	77	23	3	26	3	3	0	0	2	0
Microeconomia	77	21	3	39	2	18	1	0	1	0
Procesosindustriales	74	21	3	37	2	16	1	0	1	0
TGS	58	22	3	29	2	7	1	0	1	0
GestiondeCalidad	83	35	1	42	2	7	-1	0	1	0
InvestigacionOperativa2	35	23	2	35	1	12	1	0	1	0
AdministracionOrganizacional	47	22	2	47	1	25	1	0	1	0
Electiva2	79	24	2	26	3	2	-1	0	2	0
Ingenieriadecostos	68	28	2	34	2	6	0	0	1	0
InvestigaciondeMercados	53	22	2	53	1	31	1	0	0	1
Macroeconomia	60	29	2	30	2	1	0	0	0	1
Electiva3	70	38	2	23	3	-15	-1	0	0	1
GestiondeTalentoHumano	61	26	2	31	2	5	0	0	0	1
PlaneacionEstrategica	56	25	2	28	2	3	0	0	0	1
Investigacion1	69	37	2	23	3	-14	-1	0	1	0
Aseguramientodelocalidad	58	37	2	29	2	-8	0	0	0	1
IngenieriadelaProduccion	89	38	2	45	2	7	0	0	0	1
IngenieriaEconomica	73	35	2	37	2	2	0	0	1	0
AdministracionyControldeProduccion	78	34	2	39	2	5	0	0	1	0
Electiva4	49	33	2	25	2	-8	0	0	1	0
Investigacion2	55	40	2	28	2	-12	0	0	1	0
Gestionambiental	54	13	2	27	2	14	0	0	1	0
GestionFinanciera	59	30	2	30	2	0	0	0	1	0
Relacionesindustriales	58	30	2	29	2	-1	0	2	0	0
LegislacionIndustrial	66	26	2	33	2	7	0	0	1	0
NegociosInternacionales	68	31	2	34	2	3	0	0	1	0
Electiva5	52	33	2	26	2	-7	0	0	1	0
HigieneysseguridadIndustrial	73	32	2	37	2	5	0	0	1	0
Formulacionyevaluaciondeproyectos	65	33	2	33	2	0	0	0	1	0
Investigacion3	85	36	2	21	4	-15	-2	0	2	0
LogisticaIndustrial	62	31	2	31	2	0	0	0	1	0
PsicologiaIndustrial	40	41	2	40	1	-1	1	0	0	1
DisenodePlanta	46	32	2	46	1	14	1	0	0	1
Electiva6	56	25	1	28	2	3	-1	0	1	0
GestionTecnologica	51	37	1	51	1	14	0	0	1	0
JuegosGerenciales	68	34	2	34	2	0	0	0	1	0
EticaProfesional	54	57	1	27	2	-30	-1	0	1	0
PracticaEmpresarial	42	41	1	42	1	1	0	0	1	0
Proyectedegrado	38	20	2	19	2	-1	0	0	1	0
Indicador	5630	31	173	33	178	2,17	-0,07	25	65	19

Tabla 6-13.: Validación del modelo con el I.O para el IPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M	TCO10.M
FundamentosdeLogica	115	36	3	38	3	2	0	0	2	0
Matematicas1	136	31	4	34	4	3	0	0	0	2
AlgebraLineal	142	42	3	47	3	5	0	0	2	0
CatedraUdecina	116	35	3	39	3	4	0	3	0	0
Comunicacion1	115	35	3	38	3	3	0	3	0	0
Deportes	112	36	3	37	3	1	0	3	0	0
Ingles1	121	55	2	61	2	6	0	3	0	0
FundamentosdeIngenieria	118	35	3	39	3	4	0	0	2	0
Comunicacion2	104	26	4	26	4	0	0	3	1	0
ConstitucionyDemocracia	87	36	3	44	2	8	1	2	0	0
Fisica1	105	29	4	26	4	-3	0	2	1	0
Ingles2	113	28	4	28	4	0	0	3	1	0
Matematicas2	137	33	4	34	4	1	0	2	1	0
FundamentosdeProgramacion	116	42	3	39	3	-3	0	0	1	0
SeminariodeIngenieria	131	38	3	44	3	6	0	0	2	0
Dibujo1	90	27	3	30	3	3	0	1	1	0
Estadistica1	94	24	3	24	4	0	-1	2	1	0
Fisica2	78	33	2	39	2	6	0	2	0	0
QuimicaGeneral	138	29	3	28	5	-1	-2	0	2	0
Ingles3	84	19	3	21	4	2	-1	3	1	0
Matematicas3	104	32	3	35	3	3	0	2	1	0
Dibujo2	98	27	3	25	4	-2	-1	1	1	0
EstadisticaInferencial	118	29	3	30	4	1	-1	1	2	0
QuimicaIndustrial	58	20	3	19	3	-1	0	0	1	0
Termodinamica	120	30	3	30	4	0	-1	1	2	0
Ecuacionesdiferenciales	84	26	3	28	3	2	0	0	2	0
IngenieriadeMetodos	77	22	3	19	4	-3	-1	0	2	0
Electivasocio-humanistica	65	29	3	33	2	4	1	0	0	1
AdministracionIndustrial	52	37	1	52	1	15	0	0	0	1
ContabilidadGeneral	81	28	3	27	3	-1	0	0	0	1
InvestigacionOperativa1	81	31	2	27	3	-4	-1	0	0	1
Mercadotecnia	59	22	3	20	3	-2	0	0	0	1
Electiva1	71	18	3	18	4	0	-1	0	0	2
Microeconomia	80	29	3	27	3	-2	0	0	0	2
Procesosindustriales	75	20	3	19	4	-1	-1	0	0	2
TGS	65	21	3	22	3	1	0	1	0	1
GestiondeCalidad	58	34	2	29	2	-5	0	0	1	0
InvestigacionOperativa2	71	36	2	36	2	0	0	0	0	1
AdministracionOrganizacional	65	32	2	33	2	1	0	0	1	0
Electiva2	64	23	3	21	3	-2	0	0	0	1
IngenieriadeCostos	99	41	2	50	2	9	0	0	1	0
InvestigaciondeMercados	66	36	2	33	2	-3	0	0	0	1
Macroeconomia	72	37	2	36	2	-1	0	0	0	1
Electiva3	72	29	2	36	2	7	0	0	0	1
GestiondeTalentoHumano	68	25	2	23	3	-2	-1	0	0	1
PlaneacionEstrategica	38	13	1	13	3	0	-2	0	0	1
Investigacion1	63	18	1	16	4	-2	-3	0	2	0
Aseguramientodelacalidad	31	35	2	31	1	-4	1	0	0	0
IngenieriadelaProduccion	58	28	2	29	2	1	0	0	0	1
IngenieriaEconomica	65	22	2	22	3	0	-1	0	0	1
AdministracionyControldeProduccion	50	26	2	25	2	-1	0	0	1	0
Electiva4	59	28	2	30	2	2	0	0	0	1
Investigacion2	55	21	3	18	3	-3	0	0	1	0
Gestionambiental	48	33	2	48	1	15	1	0	0	1
GestionFinanciera	75	39	2	38	2	-1	0	0	0	1
Relacionesindustriales	51	27	2	26	2	-1	0	2	0	0
LegislacionIndustrial	58	26	2	29	2	3	0	0	1	0
NegociosInternacionales	56	30	2	28	2	-2	0	0	1	0
Electiva5	55	35	1	28	2	-7	-1	0	0	1
Higieneysseguridadindustrial	67	32	2	34	2	2	0	0	0	1
Formulacionyevaluaciondeproyectos	46	24	2	23	2	-1	0	0	0	1
Investigacion3	51	34	2	26	2	-8	0	0	1	0
LogisticaIndustrial	65	45	1	65	1	20	0	0	0	1
PsicologiaIndustrial	55	25	2	28	2	3	0	1	0	1
DisenodePlanta	60	33	2	30	2	-3	0	0	0	1
Electiva6	44	38	2	44	1	6	1	0	1	0
GestionTecnologica	48	38	2	48	1	10	1	0	0	1
JuegosGerenciales	68	35	2	34	2	-1	0	0	1	0
EticaProfesional	58	22	2	19	3	-3	-1	0	0	1
PracticaEmpresarial	38	30	2	38	1	8	1	0	0	1
Proyectodegrado	71	35	2	36	2	1	0	0	1	0
Indicador	5608	30	176	32	189	1.32	-0.18	41	42	35

Tabla 6-14.: Validación del modelo sin el I.O para el IIPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M	TCO10.M
FundamentosdeLogica	115	36	3	29	4	-7	-1	0	2	0
Matematicas1	136	31	4	34	4	3	0	0	0	2
AlgebraLineal	142	42	3	36	4	-6	-1	0	2	0
CatedraUdecina	116	35	3	39	3	4	0	0	2	0
Comunicacion1	115	35	3	38	3	3	0	0	2	0
Deportes	112	36	3	37	3	1	0	1	1	0
Ingles1	121	55	2	30	4	-25	-2	0	0	2
FundamentosdeIngenieria	118	35	3	30	4	-5	-1	0	2	0
Comunicacion2	104	26	4	35	3	9	1	4	0	0
ConstitucionyDemocracia	87	36	3	44	2	8	1	0	0	1
Fisica1	105	29	4	26	4	-3	0	0	2	0
Ingles2	113	28	4	38	3	10	1	0	2	0
Matematicas2	137	33	4	34	4	1	0	0	2	0
FundamentosdeProgramacion	116	42	3	29	4	-13	-1	0	2	0
SeminariodeIngenieria	131	38	3	33	4	-5	-1	0	2	0
Dibujo1	90	27	3	30	3	3	0	0	2	0
Estadistica1	94	24	3	31	3	7	0	0	1	0
Fisica2	78	33	2	26	3	-7	-1	0	2	0
QuimicaGeneral	138	29	3	23	6	-6	-3	0	3	0
Ingles3	84	19	3	28	3	9	0	0	1	0
Matematicas3	104	32	3	35	3	3	0	3	0	0
Dibujo2	98	27	3	33	3	6	0	0	2	0
EstadisticaInferencial	118	29	3	39	3	10	0	0	2	0
QuimicaIndustrial	58	20	3	29	2	9	1	0	1	0
Termodinamica	120	30	3	24	5	-6	-2	0	3	0
Ecuacionesdiferenciales	84	26	3	42	2	16	1	0	1	0
IngenieriadeMetodos	77	22	3	39	2	17	1	0	1	0
Electivasocio-humanistica	65	29	3	33	2	4	1	0	1	0
AdministracionIndustrial	52	37	1	26	2	-11	-1	0	1	0
ContabilidadGeneral	81	28	3	27	3	-1	0	0	0	1
InvestigacionOperativa1	81	31	2	27	3	-4	-1	0	0	1
Mercadotecnia	59	22	3	30	2	8	1	0	0	1
Electiva1	71	18	3	24	3	6	0	0	0	1
Microeconomia	80	29	3	27	3	-2	0	2	0	0
Procesosindustriales	75	20	3	38	2	18	1	2	0	0
TGS	65	21	3	33	2	12	1	0	0	1
GestiondeCalidad	58	34	2	29	2	-5	0	0	0	1
InvestigacionOperativa2	71	36	2	36	2	0	0	0	0	1
AdministracionOrganizacional	65	32	2	33	2	1	0	0	0	1
Electiva2	64	23	3	21	3	-2	0	0	0	1
IngenieriadeCostos	99	41	2	33	3	-8	-1	0	0	1
InvestigaciondeMercados	66	36	2	33	2	-3	0	0	0	1
Macroeconomia	72	37	2	36	2	-1	0	0	0	1
Electiva3	72	29	2	24	3	-5	-1	0	0	2
GestiondeTalentoHumano	68	25	2	34	2	9	0	2	0	0
PlaneacionEstrategica	38	13	1	19	2	6	-1	1	0	0
Investigacion1	63	18	1	21	3	3	-2	3	0	0
Aseguramientodelocalidad	31	35	2	31	1	-4	1	0	0	0
IngenieriadelaProduccion	58	28	2	19	3	-9	-1	0	0	1
IngenieriaEconomica	65	22	2	33	2	11	0	0	0	1
AdministracionyControldeProduccion	50	26	2	25	2	-1	0	0	0	1
Electiva4	59	28	2	30	2	2	0	0	0	1
Investigacion2	55	21	3	28	2	7	1	0	0	1
Gestionambiental	48	33	2	24	2	-9	0	1	0	0
GestionFinanciera	75	39	2	38	2	-1	0	0	0	1
Relacionesindustriales	51	27	2	51	1	24	1	2	0	0
LegislacionIndustrial	58	26	2	29	2	3	0	0	0	1
NegociosInternacionales	56	30	2	28	2	-2	0	0	0	1
Electiva5	55	35	1	28	2	-7	-1	0	0	1
HigieneysseguridadIndustrial	67	32	2	34	2	2	0	0	0	1
Formulacionyevaluaciondeproyectos	46	24	2	23	2	-1	0	0	0	1
Investigacion3	51	34	2	17	3	-17	-1	0	0	1
LogisticaIndustrial	65	45	1	33	2	-12	-1	2	0	0
PsicologiaIndustrial	55	25	2	28	2	3	0	2	0	0
DisenodePlanta	60	33	2	30	2	-3	0	0	0	1
Electiva6	44	38	2	22	2	-16	0	0	1	0
GestionTecnologica	48	38	2	24	2	-14	0	0	0	1
JuegosGerenciales	68	35	2	34	2	-1	0	0	0	1
EticaProfesional	58	22	2	29	2	7	0	0	1	0
PracticaEmpresarial	38	30	2	38	1	8	1	0	0	1
Proyectedegradado	71	35	2	24	3	-11	-1	0	0	1
Indicador	5608	30	176	31	187	0,28	-0,15	25	44	36

Tabla 6-15.: Validación del modelo con el I.O para el IIPA2018. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M	TCO10.M
FundamentosdeLogica	118	36	3	30	4	-6	-1	0	2	0
Matematicas1	136	31	3	34	4	3	-1	0	0	2
AlgebraLineal	150	42	4	38	4	-4	0	0	2	0
CatedraUdecina	117	35	3	39	3	4	0	3	0	0
Comunicacion1	116	35	3	39	3	4	0	3	0	0
Deportes	141	36	3	47	3	11	0	3	0	0
Ingles1	130	55	2	33	4	-22	-2	3	0	0
FundamentosdeIngenieria	124	35	3	41	3	6	0	0	2	0
Comunicacion2	123	26	2	41	3	15	-1	3	1	0
ConstitucionyDemocracia	94	36	2	47	2	11	0	2	0	0
Fisica1	99	29	3	25	4	-4	-1	2	1	0
Ingles2	105	28	1	35	3	7	-2	3	1	0
Matematicas2	131	33	4	33	4	0	0	2	1	0
FundamentosdeProgramacion	149	42	4	37	4	-5	0	0	1	0
SeminariodeIngenieria	95	38	3	24	4	-14	-1	0	2	0
Dibujo1	85	27	3	28	3	1	0	1	1	0
Estadistica1	79	24	3	26	3	2	0	2	1	0
Fisica2	117	33	3	39	3	6	0	2	0	0
QuimicaGeneral	90	29	3	15	6	-14	-3	0	2	0
Ingles3	109	19	2	55	2	36	0	3	1	0
Matematicas3	103	32	3	34	3	2	0	2	1	0
Dibujo2	78	27	3	26	3	-1	0	1	1	0
EstadisticaInferencial	93	29	3	31	3	2	0	1	2	0
QuimicaIndustrial	65	20	2	33	2	13	0	0	1	0
Termodinamica	59	30	3	12	5	-18	-2	1	2	0
Ecuacionesdiferenciales	90	26	2	45	2	19	0	0	2	0
IngenieriadeMetodos	118	22	2	59	2	37	0	0	2	0
Electivasocio-humanistica	71	29	2	36	2	7	0	0	0	1
Administracionindustrial	50	37	2	50	1	13	1	0	0	1
ContabilidadGeneral	76	28	2	38	2	10	0	0	0	1
InvestigacionOperativa1	67	31	2	22	3	-9	-1	0	0	1
Mercadotecnia	59	22	2	30	2	8	0	0	0	1
Electiva1	63	18	3	21	3	3	0	0	0	2
Microeconomia	70	29	2	23	3	-6	-1	0	0	2
Procesosindustriales	66	20	2	33	2	13	0	0	0	2
TGS	60	21	2	30	2	9	0	1	0	1
GestiondeCalidad	52	34	2	26	2	-8	0	0	1	0
InvestigacionOperativa2	36	36	2	18	2	-18	0	0	0	1
AdministracionOrganizacional	31	32	2	16	2	-16	0	0	1	0
Electiva2	56	23	2	19	3	-4	-1	0	0	1
IngenieriadeCostos	96	41	2	32	3	-9	-1	0	1	0
InvestigaciondeMercados	68	36	2	34	2	-2	0	0	0	1
Macroeconomia	83	37	2	42	2	5	0	0	0	1
Electiva3	58	29	3	19	3	-10	0	0	0	1
GestiondeTalentoHumano	57	25	2	29	2	4	0	0	0	1
PlaneacionEstrategica	63	13	1	63	1	50	0	0	0	1
Investigacion1	46	18	2	15	3	-3	-1	0	2	0
Aseguramientodelacalidad	70	35	2	70	1	35	1	0	0	0
IngenieriadelaProduccion	91	28	3	46	2	18	1	0	0	1
IngenieriaEconomica	78	22	2	39	2	17	0	0	0	1
AdministracionyControldeProduccion	43	26	2	43	1	17	1	0	1	0
Electiva4	65	28	3	33	2	5	1	0	0	1
Investigacion2	38	21	2	19	2	-2	0	0	1	0
Gestionambiental	57	33	2	57	1	24	1	0	0	1
GestionFinanciera	40	39	2	20	2	-19	0	0	0	1
Relacionesindustriales	33	27	1	33	1	6	0	2	0	0
LegislacionIndustrial	63	26	1	32	2	6	-1	0	1	0
NegociosInternacionales	85	30	2	43	2	13	0	0	1	0
Electiva5	52	35	3	26	2	-9	1	0	0	1
Higieneysseguridadindustrial	48	32	1	24	2	-8	-1	0	0	1
Formulacionyevaluaciondeproyectos	74	24	2	74	1	50	1	0	0	1
Investigacion3	66	34	3	33	2	-1	1	0	1	0
LogisticaIndustrial	61	45	2	31	2	-14	0	0	0	1
PsicologiaIndustrial	59	25	2	30	2	5	0	1	0	1
DisenodePlanta	29	33	2	15	2	-18	0	0	0	1
Electiva6	58	38	2	29	2	-9	0	0	1	0
GestionTecnologica	53	38	2	53	1	15	1	0	0	1
JuegosGerenciales	71	35	1	36	2	1	-1	0	1	0
EticaProfesional	54	22	2	27	2	5	0	0	0	1
PracticaEmpresarial	46	30	2	46	1	16	1	0	0	1
ProyectoDegrado	63	35	2	21	3	-14	-1	0	1	0
Indicador	5539	30	164	34	176	3,71	-0,17	41	42	35

Tabla 6-16.: Validación del modelo sin el I.O para el IPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M	TCO10.M
FundamentosdeLogica	118	36	3	30	4	-6	-1	4	0	0
Matematicas1	136	31	3	34	4	3	-1	0	0	2
AlgebraLineal	150	42	4	38	4	-4	0	0	2	0
CatedraUdecina	117	35	3	39	3	4	0	0	2	0
Comunicacion1	116	35	3	39	3	4	0	0	2	0
Deportes	141	36	3	35	4	-1	-1	0	2	0
Ingles1	130	55	2	33	4	-22	-2	0	2	0
FundamentosdeIngenieria	124	35	3	41	3	6	0	0	2	0
Comunicacion2	123	26	2	41	3	15	-1	0	2	0
ConstitucionyDemocracia	94	36	2	31	3	-5	-1	0	1	0
Fisica1	99	29	3	25	4	-4	-1	0	2	0
Ingles2	105	28	1	35	3	7	-2	0	6	0
Matematicas2	131	33	4	33	4	0	0	2	0	0
FundamentosdeProgramacion	149	42	4	30	5	-12	-1	0	0	2
SeminariodeIngenieria	95	38	3	32	3	-6	0	0	0	1
Dibujo1	85	27	3	28	3	1	0	0	0	1
Estadistica1	79	24	3	40	2	16	1	0	0	1
Fisica2	117	33	3	23	5	-10	-2	0	0	2
QuimicaGeneral	90	29	3	23	4	-6	-1	0	0	2
Ingles3	109	19	2	36	3	17	-1	0	0	2
Matematicas3	103	32	3	34	3	2	0	0	0	1
Dibujo2	78	27	3	26	3	-1	0	0	0	1
EstadisticaInferencial	93	29	3	31	3	2	0	0	0	1
QuimicaIndustrial	65	20	2	22	3	2	-1	0	0	1
Termodinamica	59	30	3	30	2	0	1	0	0	1
Ecuacionesdiferenciales	90	26	2	30	3	4	-1	0	0	1
IngenieriadeMetodos	118	22	2	39	3	17	-1	0	0	2
Electivasocio-humanistica	71	29	2	36	2	7	0	0	0	1
AdministracionIndustrial	50	37	2	50	1	13	1	0	0	1
ContabilidadGeneral	76	28	2	38	2	10	0	0	0	1
InvestigacionOperativa1	67	31	2	34	2	3	0	0	0	1
Mercadotecnia	59	22	2	30	2	8	0	0	0	1
Electiva1	63	18	3	21	3	3	0	0	0	1
Microeconomia	70	29	2	35	2	6	0	0	0	1
Procesosindustriales	66	20	2	33	2	13	0	0	1	0
TGS	60	21	2	30	2	9	0	0	1	0
GestiondeCalidad	52	34	2	52	1	18	1	0	1	0
InvestigacionOperativa2	36	36	2	36	1	0	1	0	1	0
AdministracionOrganizacional	31	32	2	31	1	-1	1	0	0	0
Electiva2	56	23	2	28	2	5	0	0	1	0
IngenieriadeCostos	96	41	2	32	3	-9	-1	0	1	0
InvestigaciondeMercados	68	36	2	34	2	-2	0	0	1	0
Macroeconomia	83	37	2	42	2	5	0	0	1	0
Electiva3	58	29	3	29	2	0	1	0	1	0
GestiondeTalentoHumano	57	25	2	29	2	4	0	0	1	0
PlaneacionEstrategica	63	13	1	32	2	19	-1	0	1	0
Investigacion1	46	18	2	23	2	5	0	0	1	0
Aseguramientodelacalidad	70	35	2	35	2	0	0	0	1	0
IngenieriadelaProduccion	91	28	3	30	3	2	0	0	1	0
IngenieriaEconomica	78	22	2	39	2	17	0	0	1	0
AdministracionyControldeProduccion	43	26	2	43	1	17	1	0	1	0
Electiva4	65	28	3	22	3	-6	0	0	1	0
Investigacion2	38	21	2	19	2	-2	0	0	1	0
Gestionambiental	57	33	2	29	2	-4	0	0	1	0
GestionFinanciera	40	39	2	40	1	1	1	0	1	0
Relacionesindustriales	33	27	1	33	1	6	0	2	0	0
LegislacionIndustrial	63	26	1	32	2	6	-1	0	1	0
NegociosInternacionales	85	30	2	43	2	13	0	0	1	0
Electiva5	52	35	3	26	2	-9	1	0	1	0
HigieneysseguridadIndustrial	48	32	1	48	1	16	0	0	1	0
Formulacionyevaluaciondeproyectos	74	24	2	37	2	13	0	0	0	1
Investigacion3	66	34	3	22	3	-12	0	0	0	1
LogisticaIndustrial	61	45	2	31	2	-14	0	0	0	1
PsicologiaIndustrial	59	25	2	30	2	5	0	0	0	1
DisenodePlanta	29	33	2	29	1	-4	1	0	0	0
Electiva6	58	38	2	29	2	-9	0	0	0	1
GestionTecnologica	53	38	2	53	1	15	1	0	0	1
JuegosGerenciales	71	35	1	36	2	1	-1	0	0	1
EticaProfesional	54	22	2	27	2	5	0	0	0	1
PracticaEmpresarial	46	30	2	46	1	16	1	0	0	1
Proyectedegrado	63	35	2	21	3	-14	-1	0	0	1
Indicador	5539	30	164	33	174	2,75	-0,14	8	47	38

Tabla 6-17.: Validación del modelo con el I.O para el IPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

6.6. Simulación

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Ofer	HC.M	TCO4.M
FundamentosdeLogica	153	39	3	38	4	-1	-1	0	2
Matematicas1	153	34	3	31	5	-3	-2	0	1
AlgebraLineal	153	42	3	31	5	-11	-2	0	2
CatedraUdecina	153	36	3	38	4	2	-1	3	1
Comunicacion1	153	44	3	38	4	-6	-1	3	0
Deportes	153	36	3	38	4	2	-1	3	1
Ingles1	153	42	3	38	4	-4	-1	3	1
FundamentosdeIngenieria	153	41	3	38	4	-3	-1	0	2
Comunicacion2	104	31	3	26	4	-5	-1	3	0
ConstitucionyDemocracia	84	34	3	28	3	-6	0	3	0
Fisica1	85	29	3	28	3	-1	0	2	1
Ingles2	103	29	3	26	4	-3	-1	3	0
Matematicas2	92	38	4	23	4	-15	0	2	1
FundamentosdeProgramacion	99	41	3	25	4	-16	-1	0	2
SeminariodeIngenieria	97	32	3	32	3	0	0	0	2
Dibujo1	77	31	3	26	3	-5	0	1	1
Estadistica1	75	26	3	25	3	-1	0	2	1
Fisica2	80	31	3	27	3	-4	0	2	1
QuimicaGeneral	66	30	3	22	3	-8	0	0	2
Ingles3	32	24	3	32	1	8	2	1	0
Matematicas3	69	30	3	23	3	-7	0	2	1
Dibujo2	81	27	3	27	3	0	0	1	1
EstadisticaInferencial	86	32	3	22	4	-10	-1	1	1
QuimicaIndustrial	77	23	3	26	3	3	0	0	2
Termodinamica	79	32	3	26	3	-6	0	1	1
Ecuacionesdiferenciales	73	22	3	18	4	-4	-1	0	2
IngenieriedeMetodos	78	23	3	20	4	-3	-1	0	2
Electivosocio-humanistica	68	24	3	23	3	-1	0	0	1
AdministracionIndustrial	51	28	2	26	2	-2	0	0	1
ContabilidadGeneral	74	28	3	25	3	-3	0	0	12
InvestigacionOperativa1	50	27	2	17	3	-10	-1	0	0
Mercadotecnia	63	21	3	21	3	0	0	0	0
Electiva1	63	21	3	21	3	0	0	0	0
Microeconomia	58	25	3	15	4	-10	-1	0	0
Procesosindustriales	56	21	3	19	3	-2	0	0	0
TGS	61	22	3	20	3	-2	0	1	0
GestiondeCalidad	53	35	2	27	2	-8	0	0	0
InvestigacionOperativa2	56	30	2	28	2	-2	0	0	0
AdministracionOrganizacional	63	27	2	32	2	5	0	0	0
Electiva2	54	24	2	18	3	-6	-1	0	0
IngenieriedeCostos	49	35	2	25	2	-10	0	0	0
InvestigaciondeMercados	63	29	2	32	2	3	0	0	0
Macroeconomia	38	33	2	19	2	-14	0	0	0
Electiva3	56	34	2	28	2	-6	0	0	0
GestiondeTalentoHumano	62	26	2	31	2	5	0	0	0
PlaneacionEstrategica	46	29	1	23	2	-6	-1	0	0
Investigacion1	51	36	2	51	1	15	1	0	0
Aseguramientodelocalidad	60	25	2	30	2	5	0	0	0
IngenieriadelaProduccion	35	33	2	18	2	-15	0	0	0
IngenieriaEconomica	55	29	2	18	3	-11	-1	0	0
AdministracionyControldeProduccion	64	30	2	32	2	2	0	0	0
Electiva4	59	31	2	30	2	-1	0	0	0
Investigacion2	66	31	2	33	2	2	0	0	0
Gestionambiental	50	23	2	25	2	2	0	0	0
GestionFinanciera	55	35	2	28	2	-7	0	0	0
Relacionesindustriales	38	29	2	38	1	9	1	2	0
LegislacionIndustrial	43	26	2	22	2	-4	0	0	0
NegociosInternacionales	30	31	2	30	1	-1	1	0	0
Electiva5	53	34	2	27	2	-7	0	0	1
HigieneysseguridadIndustrial	35	32	2	35	1	3	1	0	1
Formulacionyevaluaciondeproyectos	30	29	2	30	1	1	1	0	0
Investigacion3	41	35	2	41	1	6	1	0	0
LogisticaIndustrial	50	38	2	25	2	-13	0	0	0
PsicologiaIndustrial	68	33	2	34	2	1	0	1	0
DisenodePlanta	60	33	2	30	2	-3	0	0	0
Electiva6	51	32	2	26	2	-6	0	0	0
GestionTecnologica	51	38	2	51	1	13	1	0	0
JuegosGerenciales	57	35	2	29	2	-6	0	0	0
EticaProfesional	45	40	2	45	1	5	1	0	0
PracticaEmpresarial	52	36	2	52	1	16	1	0	0
Proyectodegrado	58	28	2	29	2	1	0	0	0
Indicador	5102	31	176	29	186	-2,35	-0,14	40	47

Tabla 6-18.: Validación del modelo **sin el I.O** para el **IIPA2019**. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

Núcleo temático	Demanda	Tprom RG	Oferta R	Tprom MG	Oferta M	Dif.TG	Dif.Oferta	HC.M	TCO4.M
FundamentosdeLogica	153	39	3	31	5	-8	-2	0	3
Matematicas1	153	34	3	31	5	-3	-2	0	0
AlgebraLineal	153	42	3	31	5	-11	-2	0	3
CatedraUdecina	153	36	3	38	4	2	-1	0	2
Comunicacion1	153	44	3	38	4	-6	-1	0	2
Deportes	153	36	3	38	4	2	-1	0	2
Ingles1	153	42	3	31	5	-11	-2	0	2
FundamentosdeIngenieria	153	41	3	31	5	-10	-2	0	2
Comunicacion2	104	31	3	35	3	4	0	0	2
ConstitucionyDemocracia	84	34	3	42	2	8	1	0	0
Fisica1	85	29	3	21	4	-8	-1	16	0
Ingles2	103	29	3	34	3	5	0	0	2
Matematicas2	92	38	4	23	4	-15	0	0	2
FundamentosdeProgramacion	99	41	3	20	5	-21	-2	0	2
SeminariodeIngenieria	97	32	3	32	3	0	0	0	1
Dibujo1	77	31	3	26	3	-5	0	0	2
Estadistica1	75	26	3	38	2	12	1	0	1
Fisica2	80	31	3	20	4	-11	-1	4	0
QuimicaGeneral	66	30	3	17	4	-13	-1	0	2
Ingles3	32	24	3	32	1	8	2	0	0
Matematicas3	69	30	3	23	3	-7	0	0	1
Dibujo2	81	27	3	27	3	0	0	0	2
EstadisticaInferencial	86	32	3	29	3	-3	0	0	2
QuimicaIndustrial	77	23	3	26	3	3	0	0	2
Termodinamica	79	32	3	20	4	-12	-1	0	2
Ecuacionesdiferenciales	73	22	3	24	3	2	0	0	1
Ingenieriademetodos	78	23	3	39	2	16	1	0	1
Electivasocio-humanistica	68	24	3	34	2	10	1	0	1
AdministracionIndustrial	51	28	2	26	2	-2	0	0	1
ContabilidadGeneral	74	28	3	37	2	9	1	0	0
InvestigacionOperativa1	50	27	2	25	2	-2	0	0	0
Mercadotecnia	63	21	3	32	2	11	1	0	0
Electiva1	63	21	3	21	3	0	0	0	0
Microeconomia	58	25	3	29	2	4	1	0	0
Procesosindustriales	56	21	3	28	2	7	1	0	0
TGS	61	22	3	31	2	9	1	0	0
GestiondeCalidad	53	35	2	27	2	-8	0	0	0
InvestigacionOperativa2	56	30	2	28	2	-2	0	0	0
AdministracionOrganizacional	63	27	2	32	2	5	0	0	0
Electiva2	54	24	2	18	3	-6	-1	0	0
Ingenieriadecostos	49	35	2	25	2	-10	0	0	0
InvestigaciondeMercados	63	29	2	32	2	3	0	0	0
Macroeconomia	38	33	2	38	1	5	1	0	0
Electiva3	56	34	2	19	3	-15	-1	0	0
GestiondeTalentoHumano	62	26	2	31	2	5	0	0	0
PlaneacionEstrategica	46	29	1	46	1	17	0	0	0
Investigacion1	51	36	2	26	2	-10	0	0	0
Aseguramientodelacalidad	60	25	2	30	2	5	0	0	0
IngenieriadelaProduccion	35	33	2	18	2	-15	0	0	0
IngenieriaEconomica	55	29	2	28	2	-1	0	0	0
AdministracionyControldeProduccion	64	30	2	32	2	2	0	0	0
Electiva4	59	31	2	30	2	-1	0	0	0
Investigacion2	66	31	2	22	3	-9	-1	0	0
Gestionambiental	50	23	2	50	1	27	1	0	0
GestionFinanciera	55	35	2	28	2	-7	0	0	0
Relacionesindustriales	38	29	2	38	1	9	1	2	0
LegislacionIndustrial	43	26	2	43	1	17	1	0	0
NegociosInternacionales	30	31	2	30	1	-1	1	0	0
Electiva5	53	34	2	27	2	-7	0	0	0
HigieneysseguridadIndustrial	35	32	2	35	1	3	1	0	0
Formulacionyevaluaciondeproyectos	30	29	2	30	1	1	1	0	0
Investigacion3	41	35	2	21	2	-14	0	0	1
LogisticaIndustrial	50	38	2	25	2	-13	0	0	0
PsicologiaIndustrial	68	33	2	34	2	1	0	2	0
DisenodePlanta	60	33	2	30	2	-3	0	0	0
Electiva6	51	32	2	26	2	-6	0	0	0
GestionTecnologica	51	38	2	51	1	13	1	0	0
JuegosGerenciales	57	35	2	29	2	-6	0	0	0
EticaProfesional	45	40	2	45	1	5	1	0	1
PracticaEmpresarial	52	36	2	52	1	16	1	0	0
Proyectodegrado	58	28	2	19	3	-9	-1	0	0
Indicador	5102	31	176	30	178	-0.63	-0.03	24	45

Tabla 6-19.: Validación del modelo con el I.O para el IIPA2019. Demanda, Tamaño promedio de grupo , Número de grupos, docentes a asignar. Por núcleo temático.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

- Se logra definir los parámetros, variables de decisión y restricciones en función de la capacidad que utiliza el modelo matemático para minimizar la cantidad de docentes a asignar, el número de grupos y el tamaño de cada uno para los diferentes núcleos temáticos del programa académico Ingeniería Industrial.
- Con la aplicación del modelo matemático al programa de ingeniería industrial más la implementación de la metodología para medir la capacidad en un programa académico, se evidencia una mejora en el uso de la capacidad instalada, teniendo en cuenta los índices de ocupación por espacio académico, mejorando el número de grupos, los tamaños de grupos y la asignación docente.
- Actualmente la extensión Soacha dispone de una capacidad instalada de 12.768 horas/semana, para los espacios académicos de tipo laboratorio y salas de computo, se restringe la disponibilidad al horario de 7:00 am - 5:00 pm determinando que 5.245,52 horas/semana es la capacidad disponible, mientras que 1448 horas/semana es la capacidad usada, la cual equivale a 41 % de la capacidad disponible y un 11 % de la capacidad instalada.
- Según la metodología para medir la capacidad del programa de ingeniería industrial para los periodos académicos IPA2018-IPA2019 el tiempo de consumo en los espacios académicos por la población estudiantil es siempre menor que la capacidad total disponible, es decir que actualmente el programa sub-utiliza los recursos disponibles teniendo una oportunidad de mejora.
- Al aplicar la metodología para el IIPA2019 y considerando un incremento del 10% en la tasa de admisión para primer semestre se lograrían atender 1.007 estudiantes en todo el programa mejorando la capacidad disponible de 2,777 hora/semana a 2,796 horas/ semana.
- Se realiza la validación del modelo y se muestra que los resultados se aproximan de manera adecuada con los datos reales, docentes, grupos y tamaños por núcleo temático.

7.2. Recomendaciones

- Se espera que se de continuidad con la medición de la capacidad de los programas académicos de ciencias del deporte, tecnología y desarrollo de software y de ser posible la especialización en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo.
- Para darle continuidad a la herramienta de gestión se sugiere para una segunda etapa el desarrollo de un software que permita la integración con la plataforma actual de la universidad que sirva para la toma de decisiones en la preasignación docente.
- Se espera a largo plazo que la herramienta propuesta y con su desarrollo en software sean aplicados a los diferentes programas académicos de la universidad de Cundinamarca.
- Se sugiere que esta herramienta sea parte de una Suite para la gestión académica de los diferentes programa de la Universidad de Cundinamarca.

A. Anexos

Anexo	Nombre
A	Procedimiento ATHP08
B	Estudiantes inscritos, admitidos y matriculados de la Universidad Cundinamarca en la Extensión Soacha
C	Comparación de inscritos y comparación de matriculados entre periodos académicos
D	Plano del Campus Extensión Soacha
E	Infraestructura física general de la Extensión Soacha
F	Espacios Académicos de la Extensión Soacha
G	Capacidad de estudiantes teniendo en cuenta los índices de ocupación
H	Comparación de índices de ocupación
I	Horarios programados por los programas académicos
J	Uso y disponibilidad de los espacios académicos por día 2019IPA
K	Uso y disponibilidad de los espacios académicos por franja horaria 2019IPA
L	Uso y disponibilidad de los espacios académicos por día 2018IIPA
M	Uso y disponibilidad de los espacios académicos por franja horaria 2018IIPA
N	Capacidades de la Extensión Soacha
Ñ	Comparación de capacidades 2019IPA
O	Comparación de capacidades 2018IIPA
P	Intensidad horaria por núcleo temático del programa Ingeniería Industrial
Q	Estudiantes aprobados y reprobados de Ingeniería Industrial
R	Metodología aplicada al programa de Ingeniería Industrial
S	Validación de Gams
T	Bases de datos Scopus
U	MICMAC
V	Indices, parámetros, tablas, resultados en gams con y sin I.O para cada periodo académico

Tabla A-1.: Tabla de Anexos

Bibliografía

- Arbós, L. C. and Babón, J. G. (2017). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. Profit Editorial.
- Bergholz, S. (2011). Definición de gestión por procesos.(med-wave, ed.). *BIOMEDICA*.
- Carrasco, J. B. (2009). Gestión de procesos. *Santiago-Chile: Editorial Evolución*.
- Chase, R., Aquilano, N., and Jacobs, R. (2004). Administración de producción y operaciones. *Para una ventaja competitiva. Editorial Mc Graw-Hill. México*.
- Chase, R. B. and Jacobs, F. R. (2010). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. McGraw Hill México.
- Cruelles, J. A. (2013). *Productividad en tareas administrativas: la oficina eficiente*. Alfaomega.
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press.
- De Velasco, J. A. P. F. (2012). *Gestión por procesos*. Esic Editorial.
- Echevarría, R. et al. (2010). El enfoque de procesos como principio básico de los sistemas de gestión de la calidad. *Documento en línea]. Revista Avances. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Pinar del Río. Disponible en: ciget. pinar. cu/Revista, (2010-1)*.
- Freivalds, A. (2009). *Niebel's methods, standards, and work design*, volume 700. McGraw-Hill higher education Boston, Mass.
- Gutiérrez, T. V. (2009). Características de la gestión por proceso y la necesidad de su implementación en la empresa cubana. *Ingeniería Industrial, 30(1):3*.
- Heizer, J., Render, B., and Ros, L. L. (1997). *Dirección de la producción: decisiones estratégicas*, volume 4. Prentice Hall.
- Kalenatic, D., Bello, C. A. L., and Rodríguez, L. J. G. (2005). Modelo de medición, análisis, planeación y programación de capacidades en un contexto de múltiples criterios de decisión. *Ingeniería, 10(2):57-66*.

- Kalenatic, D., Bello, C. A. L., and Rodríguez, L. J. G. (2009). Modelo de ampliación de la capacidad productiva. *Ingeniería*, 14(2):67–77.
- Krajewski, L. J. and Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson educación.
- Madrid, D. (2006). Guías de apoyo a la calidad en la gestión pública local.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil*. Pearson educación.
- Nahmias, S., Castellanos, A. T., Murrieta, J. E. M., Hernández, F. G., Nudiug, B., Juaárez, R. A., and Milanés, J. Y. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*, volume 57. McGraw-Hill Interamericana.
- Narasimhan, S. L., McLeavey, D. W., and Billington, P. J. (1996). *Planeación de la producción y control de inventarios*. Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Özcan, S., Yavuz, S., and Deveci, M. (2011). Zaman etüdü ve bir işletmede standart zaman hesaplaması.
- Ruiz-Fuentes, D., Almaguer-Torres, R. M., Torres-Torres, I. C., and Hernández-Peña, A. M. (2014). La gestión por procesos, su surgimiento y aspectos teóricos. *Ciencias Holguín*, 20(1).
- Sánchez, M. F. (2005). *Calidad total: modelo EFQM de excelencia*. FC Editorial.
- Simón Marmolejo, I. (2011). Análisis de la capacidad de planta de una empresa fabricante de productos lácteos aplicando el método monte carlo.
- Velásquez, P. C. M., Cabrera, J. P. O., and González, C. A. G. (2011). Methodology to determine the installed capacity of an academic program. *Estudios Gerenciales*, 27(121):143–158.
- Villanueva, J. A. V. (2016). *Indicadores de gestión: un enfoque práctico*. Cengage.
- Zaratiegui, J. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia. *Economía industrial*, 330:81–82.