

**SISTEMA DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE
USUARIO Y TAREA PARA LOS PATRULLEROS DE LA POLICÍA NACIONAL DE
COLOMBIA EN BOGOTÁ.**

**PEDRO EDGAR CHAVES PINEDA
GERMÁN DAVID DEL BASTO SEPÚLVEDA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2011**

**SISTEMA DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE
USUARIO Y TAREA A REALIZAR PARA LOS PATRULLEROS DE LA POLICÍA
NACIONAL DE COLOMBIA EN BOGOTÁ.**

**PEDRO EDGAR CHAVES PINEDA
GERMÁN DAVID DEL BASTO SEPÚLVEDA**

Trabajo de Grado

**Director
LOPE HUGO BARRERO SOLANO, ScD
Profesor Asociado**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2011**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1. CONTEXTO POLICÍA NACIONAL DEL COLOMBIA	11
2.1.1. Información general	11
2.1.2. Organigrama general de la Policía Nacional	12
2.1.3. Parque automotor de la Policía Nacional	12
2.1.4. La Policía Nacional en la ciudad de Bogotá	13
2.2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	14
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
3. OBJETIVOS	17
3.1. OBJETIVO GENERAL	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4. MARCO TEÓRICO	18
4.1. ERGONOMÍA	18
4.2. LA CORRESPONDENCIA ENTRE EL HUMANO Y LOS VEHÍCULOS EN TAREAS DE CONDUCCIÓN	19
4.1.1. Antropometría y ángulos de confort	20
4.1.2. Motivaciones e impulsos	21
4.1.3. Caracterización del capital humano	21
4.1.3.1. 16 PF.....	22
4.1.3.2. BFQ Cuestionario “Big Five”	24
4.1.3.3. NEO PI-R	25
4.3. CADENA DE VALOR	26
5. METODOLOGÍA	30
5.1. FASE 1: IDENTIFICACIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE ASIGNACIÓN	30
5.1.1. Descripción método actual.....	30
5.1.2. Descripción de cargos involucrados.....	31
5.2. FASE 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE VALOR AGREGADO A LAS TAREAS DEL PATRULLERO EN LA ACTIVIDAD DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS.	32
5.2.1. Elementos de la cadena de valor	32
5.2.2. Oportunidad de mejora	33
5.3. FASE 3: SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS	33
5.3.1. Selección de medidas antropométricas relevantes para la tarea de conducción	34
5.3.2. Encuesta de las actividades realizadas por los patrulleros.....	37
5.3.2.1. Cálculo y selección de la muestra representativa.	39
5.3.3. Tests psicotécnicos para los patrulleros.....	40
5.4. FASE 4: PROPUESTA DE SISTEMA MEJORADO DE ASIGNACIÓN SEGÚN LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS	41
5.4.1. Recolección de información	41
5.4.2. Cálculo de beneficios.....	42
5.4.2.1. B1: Beneficio superior	43

5.4.2.2. B2: Beneficio inferior	44
5.4.2.3. B3: Beneficio de altura	45
5.4.2.4. B4: Beneficio psicotécnico	45
5.4.3. Ponderación de beneficios.....	46
5.4.4. Beneficio de asignar el perfil de patrullero.....	47
5.4.5. Validación de modelo de optimización del beneficio general.....	48
5.4.5.1. Generación de perfiles antropométricos	48
5.4.5.2. Generación de perfiles psicotécnicos	50
6. RESULTADOS	52
6.1. MÉTODO ACTUAL DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS.....	52
6.2. CADENA DE VALOR ASOCIADA AL PROCESO DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS	57
6.3. MÉTODO PROPUESTO	60
6.3.1. Mediciones antropométricas	63
6.3.2. Aplicación de la prueba BFQ	65
6.3.3. Perfil del patrullero	66
6.3.3.1. Perfil antropométrico	66
6.3.3.2. Perfil psicotécnico	68
6.3.4. Toma de medidas del vehículo	69
6.3.5. Modelo de optimización del beneficio.....	72
6.4. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL MODELO	73
6.5. RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE IMPLEMENTACIÓN.....	74
7. CONCLUSIONES.....	75
8. RECOMENDACIONES.....	77
9. REFERENCIAS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de personal por rango.	11
Figura 2. Organigrama pertinente a la operación de la unidad UNIR en la dirección de tránsito y transporte de la Policía Nacional de Colombia.	12
Figura 3. Porcentaje de vehículos por categoría.	13
Figura 4. Porcentaje de efectivos por función y/o estado.	14
Figura 5. Formulación estándar de maximización del beneficio de asignación de estudiantes a colegios distritales.	28
Figura 6. Alturas proyectadas desde el suelo (Norton y Olds, 1996). [28]	35
Figura 7. Longitudes óseas (Norton y Olds, 1996). [28]	36
Figura 8. Cálculo de tamaño de muestra. [9].....	39
Figura 9. Relación entre medidas antropométricas y del vehículo.....	43
Figura 10. Primer paso de cálculo B1	44
Figura 11. Segundo paso de cálculo B1.....	44
Figura 12. Beneficio Inferior	45
Figura 13. Diagrama de bloques de asignación de vehículos a patrulleros	52
Figura 14. Diagrama de flujo por responsables de la asignación de vehículos.....	55
Figura 15. Cargos involucrados en el método actual.....	57
Figura 16. Cadena de valor asociada <i>Fuente: Los autores</i>	58
Figura 17. Diagrama de bloques de método propuesto.....	61
Figura 18. Diagrama de flujo por responsables en el método propuesto.....	62
Figura 19. Puntos antropométricos óseos (Norton y Olds, 1996). [28]	64
Figura 20. Formato de mediciones antropométricas.....	65
Figura 21. Mediciones antropométricas relacionadas con el uso del vehículo.....	67
Figura 22. Puntos de referencia para medidas de vehículo.....	70
Figura 23. Medidas del vehículo.	71
Figura 24. Formato de mediciones del vehículo.....	71
Figura 25. Formulación estándar de maximización del beneficio de asignación de patrulleros a vehículos.	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales de la prueba 16 PF.....	23
Tabla 2. Características generales de la prueba BFQ.....	24
Tabla 3. Características generales de la prueba NEO PI-R.	26
Tabla 4. Medidas pertinentes en el estudio.....	37
Tabla 5. Parametro de cálculo de muestra.....	39
Tabla 6. Comparación de pruebas.....	40
Tabla 7. Factores identificados.	40
Tabla 8. Porcentaje de participación por beneficio.....	46
Tabla 9. Rangos aceptables para cada beneficio y dimensión.....	47
Tabla 10. Percentiles asociados a cada rango de valores	48
Tabla 11. Perfiles asociados a cada percentil.	49
Tabla 12. Rangos de los valores T en cada dimensión por perfil.	50
Tabla 13. Temas incluidos en la capacitación en orden de presentación.....	53
Tabla 14. Aportes de las actividades a la generación de valor.....	59
Tabla 15. Relación del valor T con un adjetivo.....	66
Tabla 16. Perfil esperado.....	68
Tabla 17. Ponderación de beneficios.....	72
Tabla 18. Costos de implementación.....	74

RESUMEN EJECUTIVO

Contemplando la importancia del uso de vehículos motorizados de dos ruedas en la Policía Nacional de Colombia, se generó la presente propuesta enfocada a la formalización de un procedimiento de asignación de vehículos a patrulleros de la institución.

El objetivo de esta nueva metodología es aportar criterios para la toma de decisiones a lo largo del proceso de abastecimiento de vehículos, garantizando la efectividad de las asignaciones y mitigando el riesgo de deterioro de los resultados finales en las tareas de los patrulleros. En la práctica se buscó dotar a los responsables del procedimiento de herramientas que suministren datos que respalden las decisiones, respetando la autoridad dispuesta por la institución dentro de la cadena jerárquica.

La primera etapa del estudio, deja como resultado la descripción del método actual de asignación, que consiste en tres etapas:

- Selección: El jefe de unidad selecciona un patrullero.
- Capacitación: El patrullero recibe instrucción sobre el manejo del vehículo.
- Asignación: Dependiendo de la disponibilidad, el patrullero recibe un vehículo con la documentación correspondiente.

A partir de esta descripción se generó un método propuesto que conserva la primera etapa, en donde el jefe de unidad selecciona el patrullero al que se le asignará un vehículo; sin embargo, se agregó una etapa de medición donde se registran los parámetros antropométricos y psicotécnicos de dicho patrullero.

Con los datos recolectados anteriormente se construyó el perfil de cada patrullero, el cual ingresa en el sistema de asignación (Anéxo 8) para empezar la etapa de optimización. Para esto se utilizó la programación el método de programación lineal y se modeló el procedimiento como un problema de asignación con variables de decisión binarias. Con el modelo se determina el mayor beneficio posible de asignación de vehículos teniendo en cuenta los parámetros del patrullero y con esta información se asigna el vehículo que se considere idóneo.

Una vez identificado el tipo de vehículo que se asignará al patrullero, este recibe instrucción sobre el manejo del mismo, tal como en el método actual, para posteriormente ser evaluado según sus capacidades; con lo que se busca determinar la efectividad de la capacitación. Y finalmente se hace la entrega formal del vehículo con la documentación que estipula la organización.

Los resultados del proyecto no solo dejaron una respuesta factible al problema de asignación sino que se proveyó a la institución con las herramientas para obtener datos exactos del beneficio de asignación para futuros escenarios y la descripción del proceso como tal, lo que contribuye a la mejora continua.

Así mismo se generó un panorama claro de la situación actual del proceso y su aporte a las tareas de los patrulleros, lo que establece un punto de referencia para futuros desarrollos en materia de mejora continua basada en análisis de métodos. Adicionalmente, se elaboró un manual de implementación (Anexo 7) dirigido a la institución, con recomendaciones generales para el mejoramiento de la situación actual y lineamientos para la implementación y administración del nuevo método de asignación. Este manual incluye puntos clave para los procesos especializados tales como la toma de medidas antropométricas de los patrulleros y recolección de información psicotécnica de los mismos, haciendo énfasis en que estos son procesos que deben ser llevados a cabo por especialistas en dichos campos (Ergonomía y Psicología respectivamente).

La implementación de este método contempla la disponibilidad de recursos en la actualidad por parte de la institución y las asignaciones que ya han sido realizadas. Esto con el fin de reasignar los vehículos con los criterios propuestos para que en adelante se estandarice el procedimiento y cumpla con el modelo propuesto.

La relación costo-beneficio es difícilmente medible siendo que se está hablando de cómo cambia positivamente la percepción de los patrulleros hacia la forma de realizar su trabajo, involucrando temas de comodidad, satisfacción y manejo del cambio. Sin embargo se realizó una aproximación a los costos de implementación de la propuesta, dejando la estimación del beneficio a discreción de la institución.

La propuesta de asignación es susceptible de adaptaciones a lo largo de su implementación, siempre y cuando estas no comprometan la calidad de la información que se pretende suministrar como valor agregado a la operación. Su implementación, sin embargo, está a discreción de la Policía Nacional de Colombia.

El proyecto representó una oportunidad de aportar al país y de aprendizaje para los estudiantes ejecutantes de la propuesta. Se espera que con la misma se logren mejoras substanciales en la operación del trabajo de la Policía Nacional.

1. INTRODUCCIÓN

La Policía Nacional posee en la actualidad una fuerza de 79.871 patrulleros que tienen la misión de velar por la seguridad de los colombianos. Gran parte de esas labores debe ser cumplida en vehículos motorizados en condiciones difíciles e inciertas. Por lo tanto, se considera importante garantizar que el trabajo sea realizado con la mejor correspondencia posible entre el policía y su tarea.

En la actualidad la Policía Nacional no posee un sistema estandarizado para llevar a cabo la asignación entre los patrulleros y los vehículos motorizados. Como consecuencia es incierto el grado de correspondencia que existe entre estos. Consecuencias potenciales de una correspondencia sub-óptima incluye inconformidad con las condiciones de trabajo, resultados por debajo de lo deseado en las actividades diarias y malgasto de recursos en asignaciones no efectivas .

En este estudio, se aborda el problema de correspondencia de un operario con su herramienta, específicamente, un patrullero de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá con una motocicleta.

El estudio se fundamenta en la incorporación de parámetros físicos y psicotécnicos de la población patrullera en el proceso de asignación de los recursos motorizados disponibles con el fin de optimizar las asignaciones. De esta manera cada recurso del que disponga la organización podrá ser aprovechado con eficacia y eficiencia.

Dado que dentro de la institución la mayoría de personal activo son patrulleros y más de la mitad del parque automotor del que dispone son motocicletas, se espera que el estudio tenga un gran impacto en los resultados generales de la organización.

El estudio se dividió en dos partes. Por un lado, la especificación desde el punto de vista de los factores humanos de los parámetros que se consideran relevantes a la hora de generar una asignación de patrulleros y vehículos motorizados; así como su correspondiente caracterización. Y por otro lado, desde el punto de vista logístico, el uso de tales parámetros para el desarrollo de los procedimientos de asignación como ocurre en los procesos de abastecimiento en donde los recursos de los que se disponen deben ser aprovechados para cumplir con los requisitos de la operación con la mayor eficiencia posible.

Teniendo estas áreas de conocimiento como base para el trabajo, se propone una metodología de trabajo en donde se describió el proceso de asignación de vehículos a patrulleros para identificar como este genera valor agregado al resultado final de las tareas del patrullero y la oportunidades de mejora existentes. A partir de las especificaciones del proceso, entradas, salidas y participantes en el mismo se determinan cuales son los parámetros de beneficio en la asignación, entendiendo el beneficio como valor agregado en el resultado final de la operación general del patrullero; y finalmente se diseñó una propuesta de proceso mejorada que incluye el cálculo de beneficio a fin de optimizar el mismo con los recursos actuales.

Se espera que los resultados de este proyecto brinden un marco para estandarizar los parámetro de selección de los patrulleros a quienes se asignarán vehículos y los criterios de asignación del mismo, basado en la percepción del trabajo por parte del patrullero, y a través de esta, los resultados de las tareas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta el contexto en el que se realizó el proyecto y su importancia en el desarrollo de la actividad de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá. Finalmente se plantea la problemática que se trabajó y su relevancia.

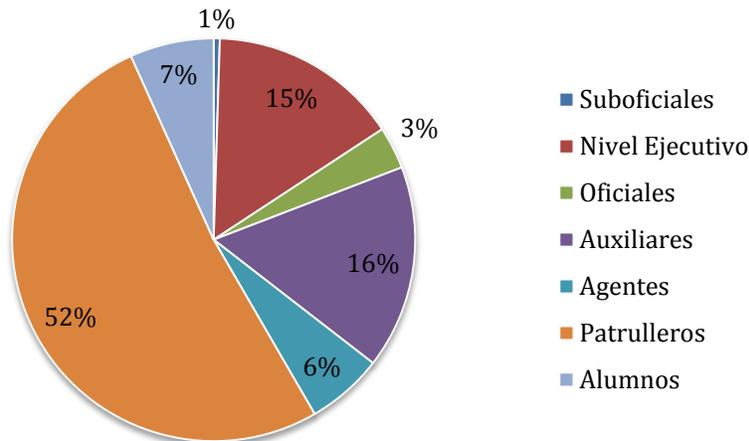
2.1. CONTEXTO POLICÍA NACIONAL DEL COLOMBIA

2.1.1. Información general

La Policía Nacional es un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la Nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz. [1] Para cumplir con su objetivo, la Policía Nacional de Colombia ha incrementado el número de efectivos a lo largo de su historia. En la Figura 1 se puede ver la distribución a la fecha de las fuerzas, contando actualmente con un “total de 154.719 en todo el territorio Nacional, de los cuales 79.871 (que corresponde al 51,6%) son patrulleros bajo la Dirección de Transito y Transporte”. [2]

Figura 1. Porcentaje de personal por rango. *(Policía Nacional de Colombia, 2010) [2]*

Personal Policía Nacional							
Suboficiales	760	Oficiales	5253	Agentes	9525	Alumnos	10413
Nivel Ejecutivo	23619	Auxiliares	25278	Patrulleros	79871		

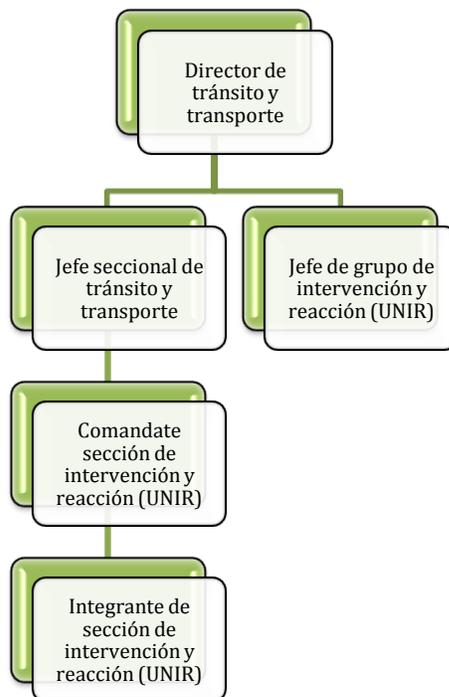


El artículo 11 del decreto 4222 de 2006 establece las funciones de la Dirección de Tránsito y Transporte. Estas involucran las de asegurar que se cumplan las normas dispuestas en el Código Nacional de Tránsito y Transporte a nivel Nacional, siendo que para tal fin convoca y desarrolla planes y programas para disminuir los índices de accidentalidad involucrando en ocasiones entidades públicas o privadas para fortalecer las relaciones entre la Policía-gremios del sector y comunidad en general, entre otras. [2]

2.1.2. Organigrama general de la Policía Nacional

El cumplimiento de las labores de la Policía Nacional se hace a través de unidades de intervención y reacción creadas a nivel nacional. Es importante tener en cuenta que estas unidades pertenecen a una dirección independiente cuyo fin es prestar apoyo a las demás seccionales de la institución. Dentro de la dirección de tránsito y transporte, la Unidad de Intervención y Reacción (UNIR) funciona bajo la directriz del jefe de grupo tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Organigrama pertinente a la operación de la unidad UNIR en la dirección de tránsito y transporte de la Policía Nacional de Colombia.



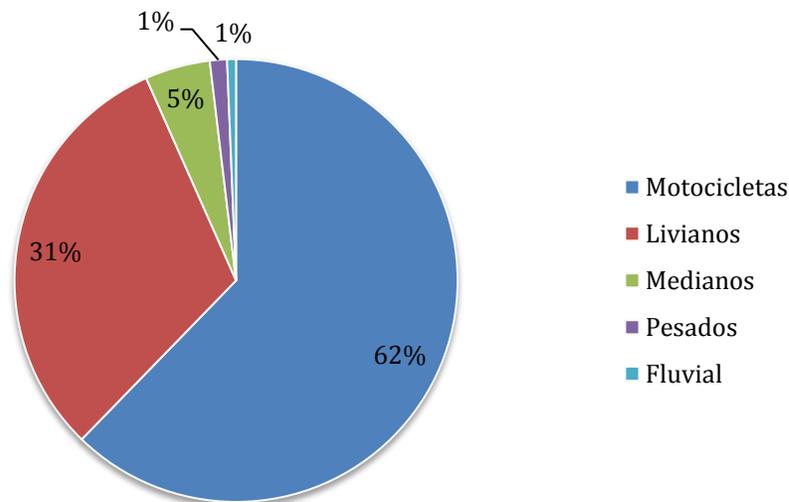
2.1.3. Parque automotor de la Policía Nacional

Para llevar a cabo las funciones antes descritas, la Policía Nacional requiere de medios de transporte que contribuyan a mejorar el desplazamiento de efectivos para ejercer mayor control y acudir a las zonas donde son requeridos en un menor tiempo. Por cada 293 habitantes en Colombia, hay un policía y en promedio se tiene un vehículo por cada 5 uniformados; y un vehículo motorizado por cada 4 uniformados. [2] (Figura 3). Es importante considerar que la mayor parte de los vehículos corresponden a motocicletas (62,3%).

Por tanto la importancia del patrullero y del vehículo automóvil de dos ruedas en la Institución se hace evidente y marca un parámetro para el normal ejercicio de las labores y tareas que diariamente se presentan y que deben ser atendidas con urgencia. Esta situación determina también la importancia de “desarrollar y estandarizar los procedimientos de los procesos misionales, gerenciales y de soporte de la unidad, debidamente articulada con la metodología definida por la Policía Nacional”. [3]

Figura 3. Porcentaje de vehículos por categoría. (Policía Nacional de Colombia, 2010) [2]

Parque Automotor Policía Nacional					
Motocicletas	20882	Livianos	10427	Medianos	1593
Pesados	419	Fluvial	217		



2.1.4. La Policía Nacional en la ciudad de Bogotá

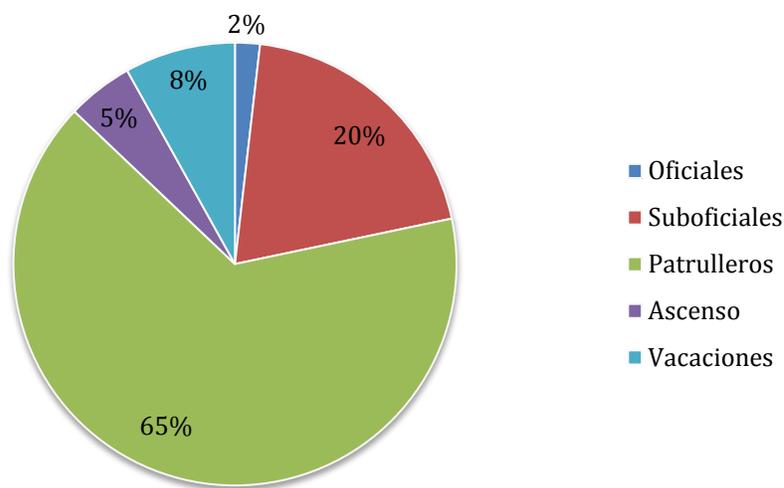
La ciudad de Bogotá por ser capital y debido a su extensión y número de habitantes es especialmente importante para la institución. La complejidad de las condiciones de trabajo en cuanto a complejidad, responsabilidad y variabilidad la hacen un laboratorio práctico valioso para la propuesta y puesta en marcha de soluciones que ayuden a planear y optimizar la operación de la Policía. Por esas razones, y por motivos prácticos de recursos, la Policía de la ciudad de Bogotá, ha sido seleccionada para llevar a cabo el presente proyecto. De cualquier forma se considera que los resultados del presente estudio y la aproximación metodológica empleada podrían usarse previa ejecución de posibles adaptaciones en el total del territorio nacional.

Un total de 1101 efectivos trabajan para mantener las condiciones de seguridad en la ciudad; sin embargo, la responsabilidad por el manejo de vehículos recae solamente sobre suboficiales y patrulleros, dado que solo a estos cargos le son asignados dichos activos.

La población objetivo del estudio esta compuesta entonces por suboficiales y patrulleros (activos y en capacitación para ascenso), lo que representa el 90% de los 1101 de efectivos en Bogotá D.C. como se ve en la Figura 4.

Figura 4. Porcentaje de efectivos por función y/o estado. (*Policía Nacional de Colombia, 2010*) [2].

Personal Policía Nacional							
Oficiales	20	Suboficiales	219	Patrulleros	720	Ascenso	53
Vacaciones					89		



2.2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Las labores propias de las unidades UNIR antes descritas incluyen la persecución, patrulla y escolta para dar apoyo al cumplimiento de las obligaciones de la dirección de tránsito y transporte. Estas labores deben ser realizadas bajo necesidades cambiantes impuestas por el contexto. Esto incluye trasladarse por rutas imprevistas, hacerlo en horarios imprevistos y con requerimientos de velocidad variados. Esto quiere decir que el ambiente de trabajo está más allá del control del policía por lo que debe tenerse en cuenta como un factor externo a las tareas.

La implicación del contexto cambiante hace que las tareas puedan ser particularmente demandantes pues exigen que los policías conduzcan en condiciones inesperadas y en algunos casos inapropiadas para las capacidades del patrullero y su vehículo. Esto a su vez exige un grado de correspondencia entre el policía y sus equipos, en particular su vehículo, para que facilite la ejecución de su labor.

En la actualidad en Bogotá se cuenta con 939 patrulleros y suboficiales que tienen a su cargo una serie de motocicletas de diferentes marcas y cilindraje entre las que se destacan la Suzuki DR 200, Suzuki DR 650, Suzuki XF 650, Honda Tornado 250 y Yamaha XT 660. Actualmente la cantidad real de vehículos en servicio se desconoce debido a que esta información es manejada por un departamento diferente al interesado en esta propuesta de trabajo al que por normativas y procedimientos del cuerpo nacional no se pudo acceder.

El proceso de asignación de las motocicletas y demás vehículos con los que cuenta actualmente la Policía Nacional de Colombia, se lleva a cabo considerando las prioridades de las personas al mando. Esto quiere decir que los parámetros de decisión están directamente ligados a la percepción, preferencia y criterio de los encargados, sin requerir de ningún criterio documentado y fundamentado en normas o procedimientos explícitos que respondan a objetivos específicos por ejemplo en materia de eficiencia de la labor policial. Esto está fundamentado en las normas que indican que "...los directores, los comandantes de policías metropolitanas, los comandantes de departamento y los directores de las escuelas de policía, quedan facultados para autorizar la conducción de vehículos policiales al personal bajo su mando". [23]

Al no fundamentarse en bases objetivas, este proceso de asignación desconoce los beneficios de asignar al patrullero un vehículo que se acomode a sus características. Actualmente en el manual de funciones no se menciona quienes son los responsables a lo largo del proceso de asignación de vehículos. El desconocimiento de quienes son los involucrados a lo largo del proceso y cómo intervienen en él, resulta en el problema de no poder atribuir responsabilidades para dichas personas.

Más aún, en la actualidad no se cuenta con un indicador de eficiencia que indique si las asignaciones realizadas cumplen con requisitos de eficiencia que puedan ser de interés a la policía, como por ejemplo, correspondencia de la herramienta con el usuario, satisfacción del usuario o aporte de la motocicleta en los resultados obtenidos. Esto podría ser considerado un desperdicio, pues podrían estarse usando los recursos de

manera ineficiente. De igual manera, esta situación puede ser interpretada como evidencia de la falta de control sobre la preparación de las actividades de los patrulleros, lo que dificulta el seguimiento de la operación y por consiguiente, su mejoramiento.

Los posibles problemas en la operación de las UNIR que tienen origen en una posible asignación ineficiente de motocicletas a patrulleros puede explicar en parte algunos de los eventos adversos observados en la operación. Al 11 de agosto de 2010 los patrulleros de la Policía Nacional de Colombia estuvieron involucrados en el 77% de las lesiones y el 46% de las muertes en accidentes de tránsito y de los accidentes en motocicleta a nivel nacional, el 62% involucraron personal de servicio oficial. [2]

Con esto se concluye, que un método estándar de asignación de vehículos según características de usuario y tarea a realizar para los patrulleros de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá es una tarea prioritaria para lograr la organización de las labores propias de la policía y de esta manera generar valor agregado a la mismas.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede mejorar el sistema de asignación de vehículos para los patrulleros de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá, optimizando la correspondencia entre el ser humano y su herramienta en la tarea?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de asignación estándar de vehículos según parámetros de eficiencia de las tareas de los patrulleros de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los procesos involucrados en la actividad de los patrulleros y sus requerimientos.
- Describir detalladamente el método actual de asignación de vehículos de acuerdo con los policías y procesos a cargo de la policía.
- Identificar los parámetros que generan beneficio en la asignación de vehículo a un patrullero y a su vez generar valor agregado a las tareas del patrullero.
- Proponer un sistema mejorado de asignación de vehículos a patrulleros según los parámetros establecidos.

4. MARCO TEÓRICO

En esta sección, se enunciarán los principales conceptos teóricos que se aplicaron durante el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los objetivos específicos del mismo. Se parte de grandes temas sobre los que se basó el estudio para concluir con conceptos de apoyo que sirven al momento de sustentar la aplicabilidad y efectividad de la propuesta. El primero de ellos, la Ergonomía, con el que se abordó la importancia de la escogencia del equipo correcto para la ejecución de las tareas en consideración al contexto y a las características de las personas que ejecutan las tareas; y el segundo, la cadena de valor, donde se presenta el problema de optimización de asignación de objetos como una herramienta potente aplicable a la asignación de equipos a personas y tareas.

4.1. ERGONOMÍA

En su libro, “Ergonomía aplicada”, J. Alberto Cruz G. explica que la ergonomía existe desde el principio de la historia humana, pues el hombre siempre se ha adaptado al entorno que lo rodea aprovechando los recursos con los que cuenta para construir herramientas y mejorarlas según sus necesidades.

“Ergonomía es la aplicación de principios científicos, métodos, y datos extraídos de una variedad de disciplinas para el desarrollo de sistemas de ingeniería en donde las personas juegan un rol significativo”. [5]

La ergonomía es una disciplina que envuelve grandes áreas de conocimiento como la psicología, ciencia cognitiva, fisiología, biomecánica, antropometría aplicada e ingeniería industrial para “reconocer y estudiar los parámetros que serán utilizados de manera real y práctica, para ser aplicados en el planteamiento de la solución de un objeto requerido por un grupo”. [6]

En síntesis la Ergonomía estudia cualquier sistema de trabajo distinguiendo tres factores fundamentales, el hombre, la herramienta y el entorno, teniendo en cuenta todas sus relaciones y maneras de interacción.

El hombre es el componente más complejo desde el punto de vista de análisis de la operación. Cuenta con factores más allá de características físicas que afectan la actividad directa e indirectamente. La complejidad radica en que un ser humano tiene derechos, sentimientos y objetivos propios, que la organización debe respetar y que deben ser considerados en el diseño de las operaciones de la misma. [6]

Es por esto que uno de los principios del diseño ergonómico plantea que el primer factor sujeto a cambios es el contexto, seguido de la herramienta, y por último (y solo en casos extremos), se debe afectar al operario. Esto quiere decir, que un puesto de trabajo debe estar pensado en pos de quien va a estar trabajando en él y no al contrario, acomodando el trabajador a su puesto de trabajo.

Esto aplica para cualquier tipo de actividad, incluso cuando el puesto de trabajo no es constante para el operario. En actividades en donde los operarios deben pasar por diferentes tipos de tareas que los obligan a estar en diferentes entornos y utilizar diferentes herramientas, estas tienen que ser adaptables para acomodarse a las necesidades de todos. En caso contrario, no solo será el operario el afectado sino la organización y sus resultados en general. Si los puestos de trabajo no se adaptan a sus usuarios estos pueden presentar diferentes tipos de lesiones, no realizar la actividad de una manera correcta y como consecuencia afectar a todo el proceso de la organización. [6]

Pensando en la correspondencia de los tres componentes, la asignación o diseño de herramienta se convierte en un paso vital para la correcta realización de las tareas. Todo proceso requiere de correspondencia entre las necesidades y requerimientos de este, con las herramientas y métodos involucrados. Dentro del contexto que rodea la actividad se contemplan los lineamientos de la organización que responden a sus objetivos y políticas, así como las limitaciones y mínimos impuestos por la legislación. [6]

Es por esto que los estudios sobre la relación hombre-máquina se hacen tan importantes en cualquier tipo de actividad y este tema se vuelve sujeto de muchos estudios en ambientes muy diferentes. [19] Esto incluye la actividad de la que se ocupa este proyecto, es decir, la conducción.

4.2. LA CORRESPONDENCIA ENTRE EL HUMANO Y LOS VEHÍCULOS EN TAREAS DE CONDUCCIÓN

Se han realizado diversos estudios sobre tareas que implican conducir motocicletas y sobre selección de conductores para vehículos automotores en general. De estos estudios se abstraen conceptos sobre los parámetros psicotécnicos que influyen en las tareas a partir de los cuales se puede establecer un beneficio de asignación de un vehículo a un conductor específico. En esos estudios es claro que de ninguna manera se pretende acoplar el usuario a la herramienta. [20, 21, 22] En estos estudios se manejan los dos enfoques que se pueden abordar sobre el hombre, características físicas (por ejemplo, estudiadas a través de la comparación de la antropometría de una población con las características de un puesto de trabajo, que resultan a su vez en los ángulos y movimientos que el operario debe asumir durante el ejercicio de su trabajo) y características psicotécnicas (estudiadas a partir de las motivaciones e impulsos y la caracterización del capital humano).

En dichos estudios se parte por la descripción de la tarea y las implicaciones que tiene la correspondencia de la herramienta con el usuario, en este caso, vehículo y patrullero respectivamente. A partir de esta justificación se establecen parámetros que generan beneficio y en que medida lo hacen. Teniendo en cuenta este beneficio, se procede a modelar el escenario y se determinan cuales serán las asignaciones más eficientes.

Los aspectos físicos típicamente considerados incluyen, altura poplítea, distancia sacro-rótula, altura del muslo desde el asiento, alcance mínimo del brazo, alcance máximo del

brazo y anchura de las caderas sentado. Respecto de los aspectos del vehículo se considera, la distancia del manubrio al asiento, amplitud del manubrio, altura y peso de la moto y distancia a los pedales. [20, 21, 24]

Los aspectos psicotécnicos típicamente incluyen historial de ausentismo, capacidad cognitiva, autoridad, prudencia, extroversión, intelecto, temperamento, e historia de ausentismo y accidentalidad. [22]

A continuación se expone en detalle las principales características físicas y psicotécnicas que deben ser consideradas para el diseño de actividades de conducción donde existe correspondencia entre la tarea y el ser humano.

4.1.1. Antropometría y ángulos de confort

En general, la antropometría se ocupa de las dimensiones físicas y proporciones del cuerpo humano [24]. Para este estudio se requiere de la definición de posiciones exactas y segmentos del cuerpo. A partir de estas clasificaciones se establecen percentiles dentro de los que se puede segmentar el grupo de estudio para su fácil manejo y la futura generalización de soluciones.

Las mediciones antropométricas pueden ser estáticas o dinámicas. Las primeras se realizan en diferentes posiciones del cuerpo, sin movimiento. Las segundas se realizan en posiciones resultante del movimiento. [24] En un caso de análisis específico, las dimensiones antropométricas que se tendrán en cuenta están dadas por la naturaleza misma de la tarea en cuestión.

Para la toma de las medidas existen baterías propuestas de acuerdo con métodos estandarizados como el expuesto por Quintana (2005) [27] y Norton y Olds (2000) [28], en donde se especifican las condiciones idóneas del sujeto en el momento de las mediciones, método de recolección de datos, el equipo antropométrico, perfiles antropométricos y proforma de antropometría.

Otro tipo de medidas a tener en cuenta dentro del estudio ergonómico, son los ángulos de confort de la diferentes articulaciones del cuerpo humano. Estos ángulos, definen un rango de movilidad fuera del que el trabajo a realizar puede tornarse mas “difícil, penoso o incluso peligroso para las personas”. [34]

Dentro del manejo de datos es importante tener en cuenta variables como la edad, y el sexo dado que estos pueden definir segmentos específicos que pueden aportar al estudio facilidades al momento de describir la población e interpretar la información. La importancia de estas medidas se evidencia en el diseño de herramientas y puestos de trabajo ya que por características de los mismos, la dificultad del trabajo puede variar, así como las consecuencias de este.

4.1.2. Motivaciones e impulsos

Las motivaciones que llevan a un ser humano a realizar ciertas actividades y la manera misma en que las desarrollan responde a la satisfacción de necesidades y complejas redes de causalidad producto de un proceso de aprendizaje individual. [6]

Los motivos pueden clasificarse en primarios, aquellos que surgen durante la maduración, y secundarios, que nacen del aprendizaje en todas las etapas de la vida. [26]

Dentro de las necesidades fisiológicas se encuentran aquellas como, necesidad de oxígeno, alimentos y agua, eliminación de desechos, necesidad de rehuir al mal olor, control de la temperatura, impulso sexual, el sueño, descanso, movimiento, posición y la supresión de ruidos molestos o dañosos, entre otros. [6]

Para este caso específico de estudio se trataron las motivaciones secundarias, comprendiendo “la motivación como el interés recurrente para el logro de un objetivo basado en un incentivo natural; un interés que energiza, orienta y selecciona comportamientos”. [26]

4.1.3. Caracterización del capital humano

Las organizaciones ven en sus trabajadores un factor diferenciador que les brinda valor agregado y competitivo. Dentro de las economías modernas, siendo que tanto las herramientas como la tecnología y la información están al alcance de todas las empresas convirtiéndose el capital humano con el que cuenta la empresa en su ventaja competitiva.

Este concepto que se basa en “...habilidades y destrezas que las personas adquieren en el transcurso de su vida, a través de estudios formales, como las escuelas, o por conocimientos informales, que da la experiencia; es un factor económico primario y es el mayor tesoro que tienen las sociedades. La administración del capital humano se hace importante creando una ventaja competitiva para la empresa y de igual forma un mejoramiento de las contribuciones productivas del personal a la organización”. [12]

Se hace entonces fundamental que las características del trabajador sean las requeridas por el puesto de trabajo basándose en una serie de técnicas que brinda suficiente información para comparar las necesidades del cargo y el perfil de una persona.

Por tanto, es importante caracterizar el perfil de una persona usando herramientas especializadas que puedan dar una escala de comparación con estándares o criterios pre-establecidos dado el perfil del trabajo para el cual se requiere una persona.

En este caso específico de estudio, se cuenta con herramientas como las pruebas psicotécnicas, las cuales evalúan el desarrollo de capacidades y aptitudes, no conocimientos. [13] En los procesos de selección de personal, las pruebas psicotécnicas sirven para comparar el perfil de un aspirante a un trabajo con el perfil de puesto de

trabajo, indagando si las características son las adecuadas considerando como se había mencionado sus capacidades y aptitudes más no sus conocimientos.

Se debe considerar que si bien existen varios tipos de pruebas psicotécnicas entre las que cabe mencionar las que buscan el nivel de desarrollo en campos como: razonamiento, cálculo y numérico, resistencia a la fatiga, de intereses, proyectivos, de personalidad, entre otros.

Para este caso de estudio, se considerará la realización de la prueba de personalidad sobre las otras teniendo en cuenta que esta indica el desarrollo de conductas estables (conducta que permanece a lo largo del tiempo) para ser comparadas con el perfil esperado de la persona que ocupara cierto puesto de trabajo.

Las pruebas de personalidad analizan características determinadas por rasgos agudos e innatos. [14] Por otro lado, un test de personalidad es diseñado, por definición, para evaluar características de la personalidad y/o pronosticar dificultades interpersonales. Además algunos de estos test tratan de medir la capacidad de resolver problemas y determinar si se tiene el potencial de supervisar a otros. [29] Las evaluaciones de la personalidad revelan las necesidades, actitudes, motivaciones y tendencias de comportamientos de cada persona.

A continuación se describen algunas de las pruebas que son usadas comunmente para evaluar y describir diferentes dimensiones de personalidad de un sujeto. Dichas pruebas fueron consideradas sobre otras debido a la facilidad para ser consultadas y estudiadas (siendo que la Facultad de Psicología de la Universidad cuenta con ellas y están a disposición de los estudiantes para su debido uso). Las pruebas presentadas a continuación han sido utilizadas en diferentes ambitos de aplicación obteniendo resultados satisfactorios en personas con diferencias tanto culturales, de edad y de inteligencia por nombrar algunas, validando la información obtenida en cada una de ellas.

Estas pruebas serán evaluadas para identificar cual se ajusta de una manera más apropiada al objetivo del estudio.

4.1.3.1. 16 PF

El cuestionario de personalidad 16 factores es un instrumento de valoración objetiva, elaborado mediante investigación psicológica, con el fin de ofrecer, en el menor tiempo posible, una visión muy completa de la personalidad [30] (Tabla 1). Es la respuesta del autor en el ámbito de los cuestionarios a la demanda de una prueba que diese la mayor cantidad de información, en el tiempo mas corto y acerca del número más grande de rasgos de la personalidad. [30]

Tabla 1. Características generales de la prueba 16 PF. (Catell, 1949) [30]

Nombre original	Sixteen Personality Factor Questionnaire (16 PF). Institute for Personality and Ability Testing, Champaign, Illinois, USA. (1949).
Autor	R. B. Catell.
Administración	Individual y colectiva.
Duración	Variables, 45 a 60 minutos las formas A o B, 30 a 40 las formas C o D.
Aplicación	Adolescentes y adultos, con un nivel cultural equivalente al de la Enseñanza media para las formas A y B; menor exigencia para las formas C y D.
Significación	Apreciación de dieciséis rasgos de primer orden y cuatro de segundo orden de la personalidad; posible medida de la Distorsión motivacional en las formas A, C y D, y la Negación en la Forma A.
Baremación	Tablas de decatipos para varones y mujeres, adolescentes y adultos, para las Formas A, B y C; existen también baremos de A+B para adultos de cada sexo.

El 16 PF se diseñó para ser aplicado a sujetos de 16 años en adelante, y existen seis Formas diferentes; la C y la D están asociadas a sujetos con formación medio-baja con un tiempo de duración de 30 a 40 minutos; la A y la B para personas con nivel de formación igual o superior al de bachillerato y su duración oscila entre 45 a 60 minutos. Las restantes Formas del Cuestionario, E y F, están proyectadas para sujetos que presentan algún déficit (o falta) en su formación y nivel de comprensión de lectura donde su aplicación puede tomar entre 30 a 40 minutos. [30]

La visión global de la personalidad que intenta el 16 PF se basa en la evaluación de 16 dimensiones, funcionalmente independientes y psicológicamente significativas contando además con ocho dimensiones secundarias siendo que presentan rasgos más amplios. [30]

Para valorar el 16 PF es conveniente considerar los siguientes aspectos:

- “El cuestionario encaja dentro de un sistema teórico de amplio alcance en psicología general”. [30]
- “El valor psicométrico de las escalas (fiabilidad, validez, etc.) ha sido examinado en muy diferentes muestras y condiciones”. [30]
- “Los resultados experimentales de los estudios que han utilizado el Cuestionario (recogidos en numerosos libros y artículos), ofrecen criterios de evidencia en psicología industrial, escolar, social y clínica”. [30]

4.1.3.2. BFQ Cuestionario “Big Five”

El modelo de los *cinco grandes*, se propone como un intento de mediación y unificación entre los distintos puntos de vista existentes , siendo que este modelo introduce cinco dimensiones fundamentales (Tabla 2) y que su generalidad es de nivel intermedio comparandose con otros modelos que describen pocas dimensiones pero con una gran generalidad (ejemplo los superfactores de Eysenck) y otros que por el contrario introducen gran cantidad de dimensiones de capacidad mas especifica pero de menor generalidad (como los dieciséis factores de Carell, los trece de Guilford y los ocho de Comrey). [31]

Tabla 2. Características generales de la prueba BFQ.(Caprara y colegas, 1993) [31]

Nombre original	BFQ Big Five Questionnaire
Autores	G. V. Caprara; C. Barabaranelli y L. Borgogni (1993).
Procedencia	Organizzazioni Speciali (OS), Florencia.
Duración	tiempo variable, entre 20 y 30 minutos.
Aplicación	Individual y colectiva.
Ambito de aplicación	Adolescentes y adultos.
Finalidad	Evaluación de 5 dimensiones y 10 subdimensiones de la personalidad y una escala de Distorsión.
Baremación	En centiles y puntuaciones T, para cada sexo y muestra total, en adultos de la población general (candidatos de procesos de selección de una muestra con la versión en español y otra con la versión en catalán).

En tal modelo convergen dos tradiciones de investigación diferentes, la lexicografía y la factorialista. [31]

La lexicología consiste en tomar del lenguaje cotidiano distintos listados de términos, adjetivos en su mayoría, con el fin de que según las preferencias de la persona, se muestren diferencias individuales.

La factorialista hace referencia a “la presencia de de cinco grandes factores, independientemente de las técnicas de factorización, de la naturaleza y de los procedimientos de evaluación (auto y heteroevaluación) de las características (sexo/edad) de las poblaciones y de los contextos lingüísticos y culturales (Estados Unidos, Alemania, Holanda, Italia, Japón, Filipinas, Taiwán)”[31].

Los cinco grandes factores integran los factores de personalidad de una manera que es entendible (siendo qu se desarrolla según un lenguaje cotidiano) y converge los factores de personalidad de diferentes cuestionarios como el 16 PF de Krug y Johns (1986), MBTI de McCrae y John (1992), EPQ de McCrae y Costa. [31]

Las dimensiones y subdimensiones a evaluar en el BFQ son:

Energía (E) que hace referencia a describir que tan dinámico, activa, enérgica, dominante y locuaz es una persona siendo que esta dimensión va soportada por las subdimensiones de Dinamismo (Di) y Dominancia (Do).[31]

Afabilidad (A) hace referencia a describir que tan cordial, cooperativa, altruista, amigable, generosa y empática es una persona, siendo que las subdimensiones que acá se referencian son de Cooperación/Empatía (Cp) y Cordialidad/amabilidad (Co).[31]

Para identificar en que medida una persona es ordenada, reflexiva, escrupulosa, diligente y perseverante, se hace referencia a la dimensión Tesón (T) y subdimensiones de escrupulosidad (Es) y Perseverancia (Pe).[31]

El factor que hace alusión a que tan ansiosa, vulnerable, emotiva, impulsiva, impaciente e irritable es una persona, es la de estabilidad emocional (EE), donde las subdimensiones que se derivan son las de Control de emociones (Ce) y Control de los impulsos (Ci).[31]

Apertura mental (AM) hace referencia a que tan culta, informada, interesada por las cosas y experiencias nuevas, es una persona y viene definida por las dimensiones de Apertura a la cultura (Ac) y Apertura a la experiencia (Ae).[31]

Para finalizar se cuenta con una escala de distorsión (D) que mide que tanto una persona distorsiona o falsea su perfil para dar una imagen favorable o desfavorable de sí mismo.

“En conjunto el BFQ presenta características psicométricas que lo califican positivamente, tanto con respecto a los cuestionarios tradicionales de los que representa una superación, como respecto del NEO-PI con el que comparte las premisas teóricas. A este respecto el BFQ se puede considerar una mejora en claridad”[31].

El cuestionario presenta diversas ventajas:

- Los términos que son usados en la estructura de los cinco grandes, al usar un lenguaje cotidiano, permite que puedan ser comprendidas fácilmente.
- El número de los factores permite una descripción concreta respecto a las características de personalidad.
- “El número de elementos aparece particularmente reducido sobre todo en comparación con otros instrumentos análogos, haciendo más sencillas y ágiles las fases de aplicación, correlación y elaboración de los resultados”.[31]

4.1.3.3. NEO PI-R

NEO PI-R es una medida de las cinco dimensiones o dominios más representativas de la personalidad y algunas de los más importantes rasgos que definen cada dominio. Juntos, las cinco escalas de dominios y las treinta escalas de rasgo, permite una evaluación integral de la personalidad adulta (Tabla 3). [32]

Tabla 3. Características generales de la prueba NEO PI-R. (Costa y McCrae) [32]

Nombre original	NEO PI-R
Autores	Paul T. Costa, Jr and Robert R. McCrae.
Procedencia	Psychological Assessment Resources Inc., Odessa, Florida
Duración	Tiempo variable, entre 30 y 40 minutos.
Aplicación	Individual y colectiva.
Ambito de aplicación	17 años en adelante.
Finalidad	Evaluación de 5 dimensiones y 30 subdimensiones de la personalidad.

“Existen dos versiones del NEO PI-R; la forma S para auto-informe y la forma R para la valoración de un observador. La forma S consiste en 240 ítems contestados sobre una escala de 5 puntos. Es auto-administrada y es apropiada para hombres y mujeres de todas las edades. La forma R es un instrumento de acompañamiento con 240 ítems paralelos escritos en tercera persona para la valoración de los pares, el cónyuge o un experto. La forma R puede ser usada para obtener estimados independientes de los mismos cinco dominios de personalidad y puede ser de un valor particular en instancias en las cuales es deseable validar o suplementar un auto-informe”. [32]

Respecto a los cinco factores presentados en la prueba del NEO-PI-R, se pudo identificar que dichos factores son convergentes respecto a otros cuestionarios de personalidad como por ejemplo las medidas de las funciones de Jung, las necesidades de Murray, el rasgo circunflejo interpersonal y el desorden de personalidad DSM-III-R (McCrae & Costa, 1990). [32]

Describiendo el individuo en cada uno de los cinco factores, se puede proveer un bosquejo general que resume los estilos emocionales, interpersonales, experiencia, actitud y motivación.

4.3. CADENA DE VALOR

Se designa cadena de valor a la acumulación de procesos de una organización que interrelacionados generan un servicio o producto. Según esto, cada actividad dentro del proceso debe agregar valor al resultado final buscando siempre la satisfacción del cliente.

Este concepto se centra en la clasificación de los procesos. La clasificación general son procesos centrales y procesos de apoyo. Los procesos centrales son aquellos que agregan valor directamente a la operación, y los procesos de apoyo son aquellos que proveen al proceso recursos claves para que este cumpla con su objetivo y pueda desarrollarse efectiva y eficientemente. [11]

Dentro de la clasificación de los procesos centrales se encuentran los procesos de cumplimiento de la orden, que son las actividades necesarias para producir y entregar el

servicio o producto final al cliente. Estos procesos son el corazón de toda la operación pues están relacionados con la misión de la organización y envuelven todo lo relacionado a su modelo de negocio. [11]

Es por esto que la mejora continua de estos procesos garantiza la mejora del producto final y las relaciones con los clientes. En busca de este objetivo es que los procesos se documentan y se establecen sistemas de medida para su eficiencia y efectividad. [11]

Dentro del estudio de estos procesos, se incluyen los procesos de apoyo en cuanto a equipamiento (abastecimiento si se quiere ubicar dentro de un proceso logístico). En este tema se abordan problemas como la cantidad de recursos disponibles y su correspondencia con los requerimientos del proceso y el valor agregado que estos recursos general para el resultado final de la operación. Este tipo de problema es el que este proyecto acomete, en particular el de abastecimiento de vehículos como herramienta de trabajo a los patrulleros.

Para la asignación, uno de los métodos de investigación de operaciones más comúnmente utilizados es el de la optimización. Con este método se busca “la mejor solución entre las posibles a un problema determinado” [10] en este caso maximizar el beneficio que genera asignar una herramienta a una operación o a un operario, disponiendo de los recursos actuales con los que se cuenta.

Diversos ejemplos existen donde se usa la optimización en el problema de asignación. Por ejemplo, en el estudio de Maya (2007) se establece un modelo de maximización para el beneficio que genera asignar un estudiante a un colegio teniendo en cuenta criterios como la distancia que debe recorrer para llegar a la institución y otros criterios de preferencia. [15] En ese estudio, por ejemplo, se logró generar un método de apoyo para el proceso de asignación contribuyendo a la mejora del mismo, y adaptándolo a los recursos con los que contaba previamente para obtener mejores resultados con asignaciones mas apropiadas con un análisis mas eficiente.

En el caso particular del presente estudio, se busca utilizar la optimización de asignación de motocicletas a patrulleros de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá para maximizar el beneficio en el resultado final de su ejercicio teniendo en cuenta características de los conductores y los vehículos. Existen algunos ejemplos de problemas de optimización utilizados para este tipo de problemas como los hechos por Day y colegas (2006) [20], Rowell y colegas (2008) [21] y Jacobs y colegas (1996) [22].

Este tipo de método es importante en la validación de una solución cuando se propone como la mejor, pues si bien no siempre se puede conseguir el resultado óptimo a un problema en específico, siempre es posible demostrar que dicha solución está entre las mejores.

Para abordar un problema de asignación como el de este estudio, se debe comenzar por la descripción de las condiciones en términos matemáticos, para lo cual se usa la programación lineal. Se le llama problema de programación lineal a un problema de

optimización con restricciones de igualdad y desigualdad en donde la función objetivos y las funciones de restricciones son lineales. [10]

Los problemas matemáticos de programación lineal presentan sencillez al momento de su planteamiento, dada la condición de linealidad tanto en la función objetivo como en las restricciones. Sin embargo, la obtención de la solución óptima puede dificultarse según la dimensión de las matrices de restricciones y parámetros. En estos casos, se aplican metodologías de solución específicas que ahorran tiempo y recursos.

Para un caso de optimización de relación de beneficio como el que se trabaja en este estudio, se tomará como referencia la propuesta de Maya (2007), pues aunque el contexto de su estudio difiere de este, comparte el mismo objetivo. El tipo de problema utilizado se enuncia de la siguiente manera:

“Dado un conjunto de estudiantes que aspiran a un cupo, en determinado grado, en alguno de los colegios distritales, y dado un conjunto de colegios, con una capacidad (oferta) determinada (por grado); deben asignarse los estudiantes a los colegios, de modo que se maximice una función del beneficio (en términos de la distancia y prioridades, entre otras) para dicha asignación”. [15] Ante este escenario, se plantea el modelo de programación lineal que se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Formulación estándar de maximización del beneficio de asignación de estudiantes a colegios distritales. (Maya, 2007) [15].

I : Conjunto de Estudiantes para asignar. Indexado con i , $|I| = n$

J : Conjunto de Instituciones. Indexado con j , $|J| = m$

c_{ij} : Beneficio de asignar el estudiante i a la institución j

b_j : Capacidad en número de estudiantes de la institución j

$x_{ij} \begin{cases} 1, & \text{si el estudiante } i \text{ es asignado a la institución } j \\ 0, & \text{de lo contrario} \end{cases}$

$$\text{Max} \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{sa} \quad \sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \quad " i \in I \quad (1)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = b_j \quad " j \in J \quad (2)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad " i \in I \wedge " j \in J \quad (3)$$

En esta formulación, la restricción (1) se encarga de que cada estudiante sea asignado a una institución, mientras que la restricción (2) se encarga de que las asignaciones a cada institución no sobrepasen la capacidad de la misma.

Este modelo asume que el número de estudiantes a asignar es igual al número de cupos disponibles, lo cual en condiciones reales puede no ser cierto. Sin embargo, es posible variar ligeramente las condiciones iniciales del problema para ajustar el modelo al escenario que se presente. [15]

Para determinar el cociente Cij de beneficio, se tiene en cuenta la aplicación de Freling, Piersma, Wagelmans y Van De Wetering [16] en donde se trabaja un problema de Rostering teniendo en cuenta factores como el costo mínimo de la aplicación. En el caso del presente proyecto, se buscará determinar los cocientes de beneficio de tal manera que se obtenga el máximo beneficio de asignación siguiendo una serie de parámetros a cumplir incluyendo ángulos de confort del patrullero en el vehículo y dimensiones psicotécnicas que garanticen el buen desarrollo de las tareas del mismo.

5. METODOLOGÍA

Para conseguir los resultados esperados, se utilizó una metodología dividida en cuatro fases en concordancia con los objetivos específicos propuestos: Identificación del método actual, identificación de los parámetros de valor agregado a las tareas del patrullero, selección de herramientas y propuesta de sistema mejorado de asignación.

5.1. FASE 1: IDENTIFICACIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE ASIGNACIÓN

Con el fin de determinar las oportunidades de mejora en el método actual de asignación se recolectó información pertinente al procedimiento que se lleva a cabo en la Dirección de Tránsito y Transporte para asignar vehículos a patrulleros de las diferentes unidades.

La recolección de información para la descripción del proceso se hizo en dos etapas. En la primera se realizó una entrevista con el patrullero Ortiz, que hace parte del personal administrativo de la dirección. La entrevista incluyó temas como la descripción paso a paso del proceso, los involucrados en el mismo, documentos requeridos y situaciones especiales. En la segunda etapa, se corroboraron los datos por confirmación del Jefe de Seguridad Vial y por observación directa del proceso.

Esta información se utilizó para tener una imagen clara de los procesos y subprocesos que se llevan a cabo, especificando los responsables de cada etapa y los criterios que se tienen en cuenta en la toma de decisiones, y a partir de esto, analizar los resultados a fin de determinar los factores que agregan valor durante la operación.

5.1.1. Descripción método actual

Con base en la metodología propuesta por Krajewski, Ritzman y Malhotra (2007) [11], se siguieron los lineamientos fundamentales de identificación de la oportunidad de mejoramiento del procedimiento de asignación de vehículos a patrulleros.

A continuación se eligió un enfoque del proceso, dados los principios de la ergonomía ya nombrados en donde el trabajo debe adaptarse al sujeto, y por tanto se tomó al patrullero como la fuente de información para describir el proceso. Esto en busca no solo de tener una vista completa del procedimiento, sus fuentes y resultados; sino la manera en que el patrullero la percibe y entiende.

Dadas estas condiciones se entrevistó el día 25 de Febrero de 2011 al PT. Mario Ortiz, designado por el *Jefe área de seguridad vial* de la dirección de Tránsito y Transporte, dada su experiencia en el cargo y con el proceso (Anexo 1).

Los principales puntos de interés de esta entrevista fueron los requerimientos del patrullero para ingresar en el proceso, la cadena de mando involucrada en la toma de decisiones y criterios de las mismas, infraestructura involucrada a lo largo del proceso y los eventos o situaciones que generan la necesidad de realizar el proceso.

A partir de la información suministrada se pudo determinar, etapas del proceso, responsables de las etapas, flujo de información, flujo de material (documentos, certificados y registros) y secuencia de las operaciones.

Además de esto, se recibieron ejemplos de los documentos y registros utilizados a lo largo del proceso, tales como la Prueba Teórica de Idoneidad (Anexo 4) y el registro de Inventario de Vehículo (Anexo 5).

Para entender mejor el proceso y poder adaptar la información a las necesidades del estudio y posteriores análisis, se diagramó el proceso en dos niveles. Un diagrama de bloques muestra las principales fases, identificando sus requerimientos y resultados y un diagrama de flujo refleja las operaciones puntuales, puntos de decisión y responsables de las etapas.

Ya que la institución no cuenta con un documento oficial que muestre el procedimiento de asignación y su relación con el funcionamiento general de la organización, se estableció la relación del proceso descrito con las descripciones de cargo de los involucrados en las operaciones.

Teniendo en cuenta que el proceso solo contempla lo relacionado con la asignación y no el ingreso del vehículo o el patrullero a la institución, solo se tuvo en cuenta los cargos que toman las decisiones y no los que las gestionan. Todo esto se verá más detalladamente en los resultados del estudio, en la descripción del proceso.

5.1.2. Descripción de cargos involucrados

A partir de la descripción del proceso actual y el Manual específico de funciones y competencias laborales de la Policía Nacional de Colombia [4], se encontraron los cargos involucrados en el proceso de asignación de vehículos a patrulleros.

La búsqueda se realizó comparando la información entregada por el PT. Ortiz en la entrevista realizada con las funciones especificadas en el manual, relacionada con la responsabilidad de información y toma de decisiones.

Debido a que los cargos descritos por el patrullero no coinciden exactamente con los encontrados en el manual, se dedujo la secuencia de decisiones y acciones según el organigrama presentado previamente (Figura 4), y con esta información se diseñó un organigrama referente solo a los cargos involucrados y su posición dentro de la cadena de mando.

Con el objeto de determinar la responsabilidad de decisiones y los criterios sobre las que estas se realizan, se exploraron las funciones y aportes descritos en el manual y finalmente se relacionó, de manera gráfica, con la descripción del proceso obtenida.

5.2. FASE 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE VALOR AGREGADO A LAS TAREAS DEL PATRULLERO EN LA ACTIVIDAD DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS.

A partir de la descripción de proceso obtenida en la Fase 1, se realizó un análisis de los procesos interrelacionados que dan como resultado el abastecimiento de herramientas de trabajo (en este caso motos) a patrulleros, identificando los procesos centrales que agregan valor a las tareas del patrullero.

La clasificación de los procesos centrales y de apoyo se realizó teniendo en cuenta como objetivo final de la operación, el abastecimiento de vehículos para el desarrollo de las tareas de los patrulleros en el día a día; y los requerimientos del proceso, como la gestión de compras y almacenamiento de los recursos (vehículos, talento humano y gestión financiera), ya que estos no se contemplan dentro del proceso de asignación de vehículos pero son necesarios para que este se lleve a cabo.

Identificando estos factores se buscó obtener una visión de los procesos sobre los que se centra la propuesta del método, a fin de asegurar que esta sea efectiva y aporte no solo a los resultados finales sino a la mejora continua, estableciendo un marco de referencia para futuros estudios.

5.2.1. Elementos de la cadena de valor

Con el objetivo de determinar las etapas del proceso de asignación que agregan valor a la realización de las tareas del patrullero, se identificaron los componentes en la cadena de suministro de vehículos a patrulleros.

Este análisis se basó en la descripción del proceso ya realizada y el conocimiento de la organización y sus recursos.

Se identificó a los patrulleros de la Policía Nacional como los clientes finales en el proceso de abastecimiento de vehículos como herramientas de trabajo y a partir de esto se dividió todo el proceso por el que llegan estos suministros al usuario, incluyendo el flujo de información y documentación, procesos de apoyo, funciones de abastecimiento y funciones de distribución.

Dado que las condiciones específicas bajo las que se realiza el proceso de abastecimiento varían entre jefaturas y ubicación de las unidades (en factores como los lugares de almacenamiento de los vehículos y presentación de las pruebas), se incluyeron solo los factores comunes en todos los escenarios, es decir, escuela de conducción y patio de parqueo de vehículos. Debido a esto no se mencionan recursos de infraestructura específicos, lo que no impacta directamente el resultado del estudio dado que estos son elementos de apoyo al proceso, con condiciones generales que no aportan a la relación del patrullero con el vehículo.

En general los procesos de apoyo, que no dependen de la jefatura de seguridad vial, no se incluyeron con mayor detalle. Esto se explica porque el interés de este estudio se

centra en la asignación de vehículos optimizando los recursos con los que se cuentan; de esta manera, se reconoció que no se genera valor en la asignación durante la adquisición de los vehículos ni durante el análisis de presupuestos, pues si bien la decisión de que vehículos adquirir afecta los recursos con los que se trabaja, la tarea de adquirirlos no lo hace.

Los proveedores se definieron como los representantes de los fabricantes de motocicletas en el país y se les incluyó dentro del proceso central de capacitación, ya que esta es su responsabilidad. La medida de control sobre este proceso, será entonces, la prueba de idoneidad la cual esta a cargo de la institución.

5.2.2. Oportunidad de mejora

Con los procesos involucrados en la cadena de valor identificados, se procedió a describir la contribución de cada uno a los resultados del proceso de asignación en general.

Los aportes de cada proceso se identificaron en dos niveles, aportes al proceso de asignación y aportes al desempeño del patrullero. Los aportes al proceso de asignación se relacionan con todos los procesos que contribuyen a que el proceso de asignación se planee, realice y controle generando los resultados esperados del método actual.

Los procesos que aportan al desempeño del patrullero son aquellos que se basan en los resultados esperados del patrullero en la realización de sus funciones y que están orientados a asegurar la percepción positiva de la herramienta de trabajo, optimizar los recursos con los que se cuenta y habilitar a las unidades para cumplir con sus objetivos. Es decir, todas aquellas tarea que contribuyen a que la asignación contemple los vehículos disponibles y su contribución a las tareas que realizará el patrullero que los use.

Para facilitar el manejo de esta información, se especificaron en una tabla las actividades, el tipo de aporte con el que contribuyen al proceso, el lugar en la cadena.

Los procesos que contribuyen al proceso de asignación se usaron como oportunidad de mejora para la propuesta de método de asignación, diferenciándolos de los procedimientos de control de la organización respecto de la administración de recursos y registros exigidos. Esto se hizo concentrándose solo en el proceso de asignación y no en la adquisición de recursos o planeación de la misma.

5.3. FASE 3: SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS

Una vez identificados los parámetros que agregan valor dentro de las actividades en el proceso de asignación, se diseñó el método propuesto el cual buscó dar un criterio técnico sobre el que se podrá tomar una decisión que contribuya al objetivo final del aprovechar los recursos con los que se cuenta.

La selección de herramientas y criterios se basó en la información antropométrica y de caracterización del capital humano para agregar un nuevo valor al proceso, dadas las

motos con las que ya cuenta la institución y las características de los policías con los que cuenta la Policía. Es decir, este estudio no incluye la posibilidad de seleccionar policías basados en el parque automotor actual, ni definir motocicletas a ser compradas con base en los policías que tiene la institución; sino proponer una herramienta para la asignación óptima de motos a policías dados los recursos actuales de la institución. Sin embargo, el modelo debe poderse correr bajo diferentes escenarios de parque automotor; es decir, puede actualizarse en la medida que vayan adquiriéndose nuevos vehículos o incorporándose nuevos policías.

5.3.1. Selección de medidas antropométricas relevantes para la tarea de conducción

En esta actividad, se definieron y obtuvieron con información secundaria las medidas antropométricas que se requieren para el planteamiento del modelo de asignación. Para esto se determinaron las medidas corporales que estarían involucradas en cada operación de conducción tal como se haría en un caso de diseño de puesto de trabajo, buscando que las personas con ciertas medidas sean asignadas a ciertas motos de tal manera que se optimice la correspondencia entre el vehículo y la persona que lo conduce. [23]

Con respecto al puesto de trabajo, se partió de una lista de chequeo de operaciones para alcanzar los objetivos del sistema [23], planteando como objetivo del sistema el manejo, control y seguridad en una moto. Por consenso entre los autores de este estudio se seleccionaron las medidas de la moto que debieron ser estudiadas. Se procedió a verificar la disponibilidad de las especificaciones técnicas de las motos con el fabricante; además, se hizo una inspección de las hojas de mantenimiento de una muestra de las motos, y se hizo un chequeo general de su estado actual. Dentro de este, se determinaron también por consenso las siguientes actividades clave durante el proceso de conducción de la moto:

- Acomodación en el asiento de la moto
- Ignición de la moto
 - Switch
 - Patada
- Cambio de relación (Alcance de embrague y alcance de manillar de cambios)
- Acelerado (Alcance de acelerador)
- Frenado (Alcance de frenos en manillares)
- Rotación del manubrio para dar dirección
- Inclinación del cuerpo para apoyar la dirección

Con respecto a las medidas en los patrulleros, se preparó una matriz observando las partes del cuerpo involucradas en la operación de las motos (Anexo 2). En este análisis se determinó que las actividades se dividen en las realizadas por las extremidades superiores y las realizadas por las extremidades inferiores, dependiendo de la necesidad de aplicación de esfuerzo o alcance, de donde se establecieron las medidas mostradas en las Figuras 6, 7 y en la Tabla 4.

Figura 6. Alturas proyectadas desde el suelo (Norton y Olds, 1996). [28]

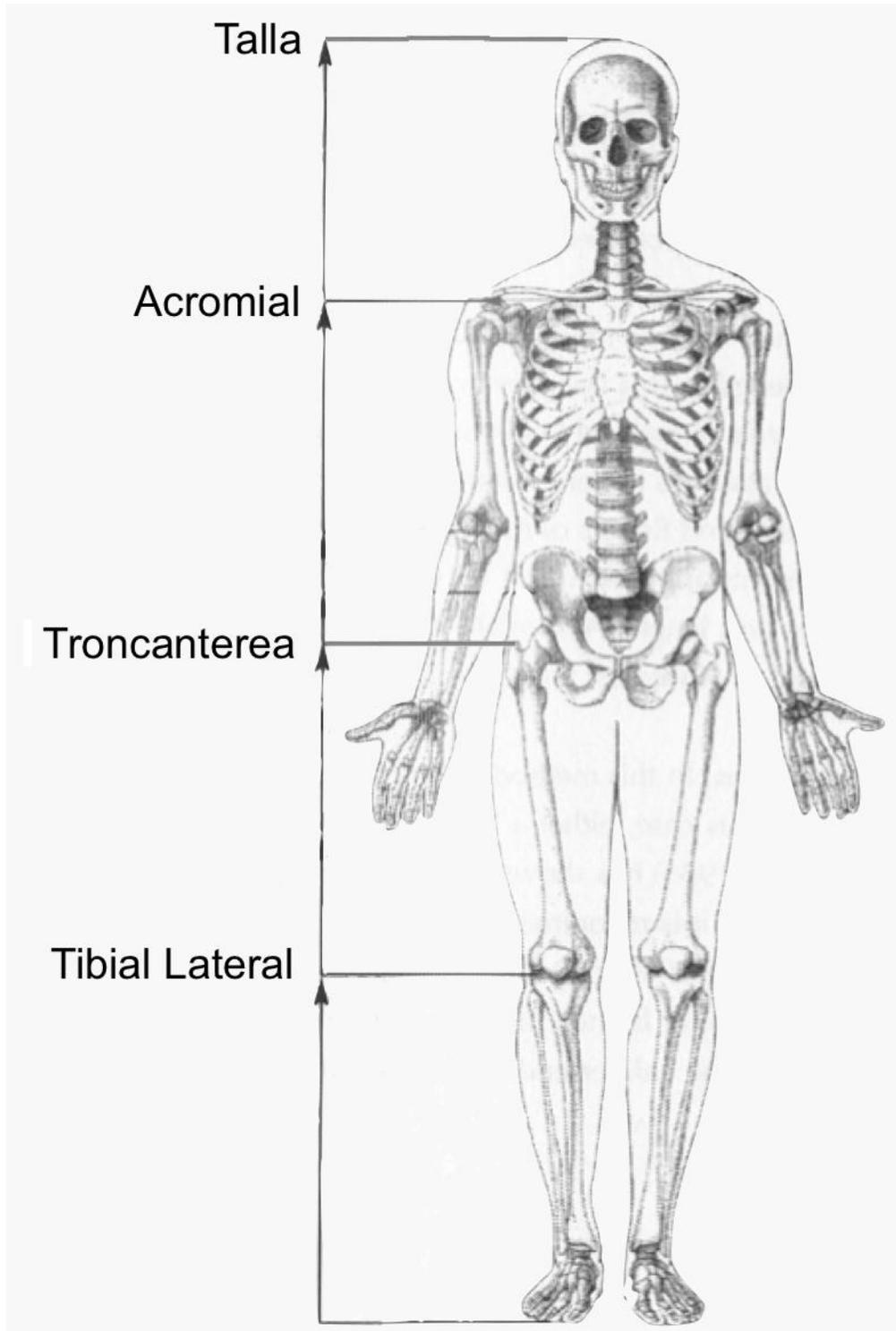


Figura 7. Longitudes óseas (Norton y Olds, 1996). [28]

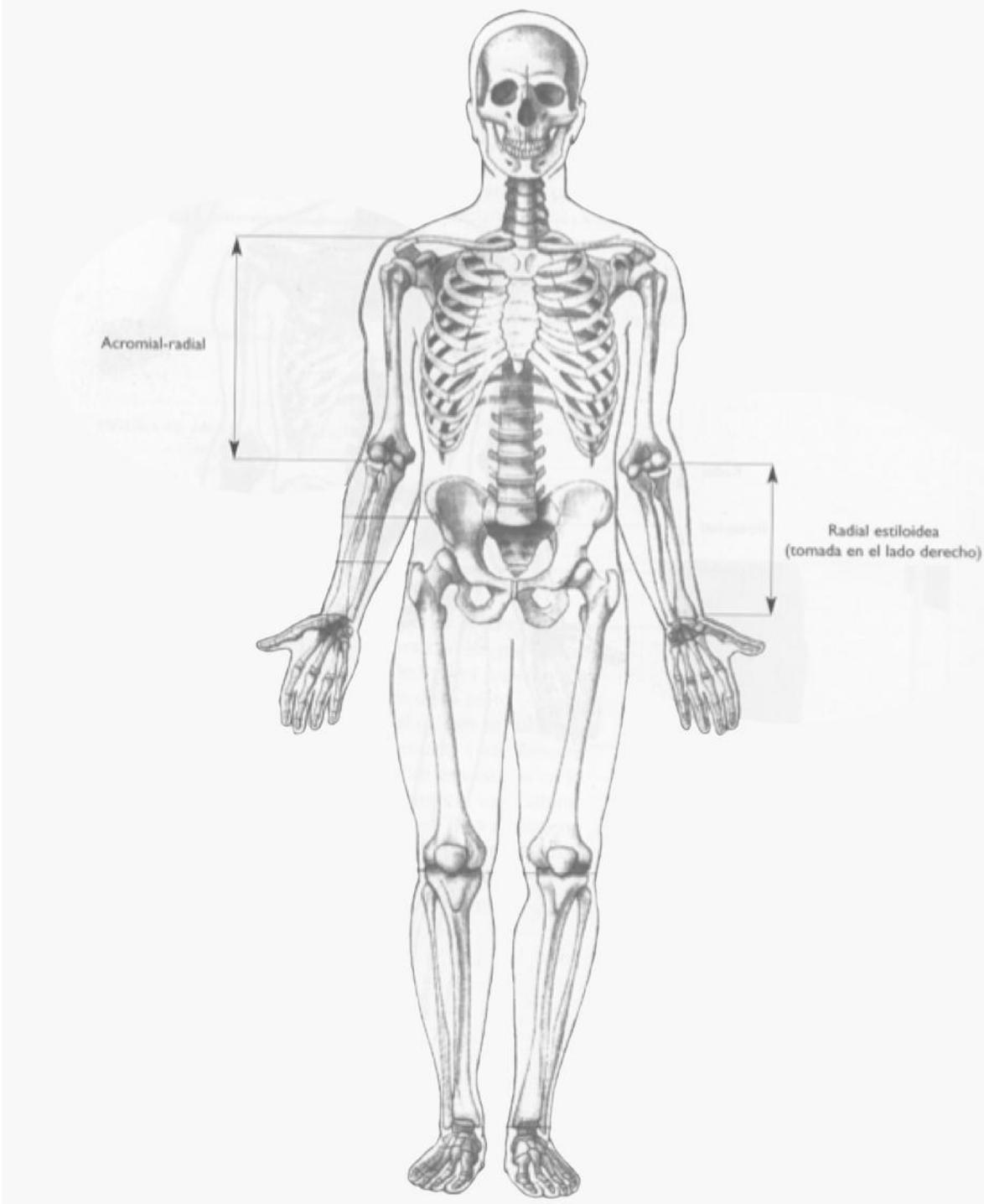


Tabla 4. Medidas pertinentes en el estudio. (Los autores).

Tipo	Medidas	Instrumento
Talla	Talla	Tallímetro
Altura	Tibia Lateral	Antropómetro
	Troncanterea	
Longitud	Acromial Estiloidea	Cinta Métrica
	Acromial Troncanterea	

Se dividieron las medidas por tipo, en los subgrupos de Talla, Altura, Longitud, Diámetro y Perímetro para facilitar la identificación de la herramienta de medición adecuada.

5.3.2. Encuesta de las actividades realizadas por los patrulleros.

Para la identificación de las actividades realizadas por los patrulleros, se diseñó una encuesta que consta de ocho preguntas, con el fin de identificar posibles falencias que lleven a la no correspondencia de una motocicleta con su respectivo usuario y las tareas que el patrullero realiza confrontándola con el manual de funciones. La finalidad concreta de la encuesta es la de obtener información específica sobre el proceso de asignación de motocicletas desde el punto de vista del patrullero. [25]

Se decidió usar una encuesta pues es un instrumento que permite la captura flexible y rápida de información. Además, este método fue elegido dado que por motivos de seguridad no se puede realizar un acompañamiento personal al policía mientras realiza su labor.

Las preguntas de la encuesta se presentan en el Anexo 3. A continuación se resume brevemente el objetivo de cada pregunta:

- La primera pregunta fue formulada por la necesidad de identificar si los patrulleros son capacitados y evaluados según su habilidad en diferentes motos, esto con el fin de conocer si se están realizando entrenamientos innecesarios en vehículos que finalmente no serán utilizados por el patrullero. Además la relación que debe existir entre el vehículo en el cual realizó dicha prueba de idoneidad con sus características antropométricas y psicológicas previamente establecidas.
- La segunda pregunta tenía como finalidad reconocer si el proceso de asignación de la motocicleta cumple con los involucrados descritos en el proceso anteriormente comunicado por el patrullero Mario Ortiz.
- La tercera pregunta se realizó con el objetivo de conocer si la moto con la que fue entrenado el patrullero fue efectivamente la motocicleta que se le asignó haciendo una comparación con la respuesta de la primera pregunta y el segundo objetivo de esta pregunta, era saber si el patrullero conoce la razón por la cual le fue entregada dicha motocicleta.

- La cuarta pregunta ayudó a identificar si se contaba con un registro al momento de ser entregada la motocicleta y comprobar la existencia de esta operación dentro de la descripción del proceso de asignación obtenida por medio de la entrevista realizada al patrullero Mario Ortiz.
- La quinta pregunta consistió en identificar los documentos que debe tener un patrullero para la asignación de una motocicleta, siendo que se debe cumplir con unos requisitos mínimos impuestos por la Institución y que demuestran que el patrullero puede hacerse responsable del vehículo que se le está entregando.
- Con la sexta pregunta se buscó conocer la percepción de los patrulleros con respecto a la motocicleta que se le fue asignada, para que del mismo modo se identifiquen problemas que se presentan al momento de usarlas y relacionarlas con el tiempo de exposición y las malas posturas a la que se ven expuestos, buscando la relación entre la efectividad de la asignación y el resultado obtenido.
- La séptima pregunta sirvió para encontrar un valor promedio donde se evidencie el uso real de las motocicletas en un día normal de trabajo, para que corresponda a un tiempo de exposición que no perjudique la integridad del patrullero.
- En la octava pregunta las tareas son descritas por el patrullero en la encuesta para tener una idea general de ellas, siendo éste un instrumento de gestión que sirve para saber si la información que se solicitó es común entre todos los encuestados y tomando las tareas más representativas que se identificaron para ser comparadas con las descritas en el manual de funciones.

Otro de los métodos de recolección de información considerados, fue el de la realización de un diario de trabajo, encontrando que aunque es un método que puede generar información veraz y confiable, posee así mismo características que dan espacio a una manipulación aun mayor de la información y “el orden secuencial de desarrollo de trabajo, puede no respetarse debidamente y además es posible que el trabajador deba recoger algunas informaciones o invente otras”. [29]

Sin embargo, se descartó pues para la realización del diario de trabajo se “requiere bastante tiempo y atención por parte del trabajador, y en consecuencia, puede ser inaplicable en puestos de trabajo que demanden mucha y continuada atención del trabajador. Además de no poder interrumpir su trabajo cuando lo pide el protocolo del diario (30 o 60 minutos, por ejemplo) es complejo tomar el papel y el lápiz en determinados puestos en los que ni hay mesa de trabajo, ni otro medio que faciliten la realización correcta del diario”. [29]

Además que en la realización del diario se puede presentar que las actividades realizadas correspondan a actividades que no se realicen particularmente o en lo que se consideraría un ciclo de trabajo normal.

5.3.2.1. Cálculo y selección de la muestra representativa.

Para determinar el tamaño de la muestra de patrulleros sobre la que se aplicaría la encuesta para saber la proporción de patrulleros quienes recibieron moto de acuerdo con con métodos de asignación que contemplen sus condiciones personales y de acuerdo con los métodos prescritos, se obtuvo con la fórmula para el tamaño de muestras de una variable de respuesta binaria, en este caso, la proporción de patrulleros que se sienten cómodos con los vehículos que les fueron asignados (ver parametros en la Tabla 5).

Tabla 5. Parametro de cálculo de muestra. (Los autores).

Parámetro	Variable	Valor
Tamaño Población	N	939
Confianza	a	95%
Precisión	d	5%
Proporción	p	0,5

La proporción esperada de patrulleros que son familiares con el proceso de asignación y lo cumplieron a cabalidad según el método actual era desconocida, por tanto se asumió como el 50%. Por consenso, la confianza se determinó en el 95% y la precisión o error esperado fue del 5%.

Teniendo esto en cuenta se realizó el cálculo mostrado en la Figura 8.

Figura 8. Cálculo de tamaño de muestra. [9]

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times (1 - p)}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times (1 - p)}$$

Aplicando los aparametros:

$$n = \frac{939 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2 \times (939 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

Y por tanto:

$$n = 272,83 \cong 273$$

De donde se determinó un tamaño de muestra de 273 patrulleros para encuestar.

5.3.3. Tests psicotécnicos para los patrulleros.

Para determinar que tipo de test es más apropiado para el presente estudio se hizo una comparación entre el 16 PF, BFQ y NEO PI-R, teniendo en cuenta los factores que influyen en el estudio. Según las características de los diferentes test psicotécnicos analizados, para la aplicación en la asignación de vehículos a patrulleros, se determinó *a priori*, que basado en la información psicométrica recolectada sobre estos, cualquiera de los tres era lo suficientemente válido y fiable para el análisis de personalidad.

Siendo los tres test psicotécnicos aplicables y teniendo que los resultados son aceptados, se realizó la comparación entre ellos teniendo en cuenta los factores que influyen en el estudio.

Tabla 6. Comparación de pruebas. (Los autores).

	Tiempo de realización	Número de dimensiones	Número de subdimensiones	Validez del modelo en el grupo laboral de estudio
16PF	45-60 min	16	4 factores de segundo orden	No
BFQ	20-30 min	5	10	Si
NEO PI-R	30-40 min	5	30	No

La Tabla 6, muestra a la prueba BFQ como la más adecuada para el estudio, siendo que es la que menos tiempo requiere, las dimensiones consideradas son el resultado de la integración entre diferentes test psicotécnicos de personalidad que presentan cinco factores dominantes en común como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Factores identificados [31]. (Caprara y colegas, 1993)

	1	2	3	4	5
16PF (Krug y Johns, 1986)	Extraversión	Dureza	Fuerza del superyó	Ansiedad	Independencia
GZTS (McCrae, 1989)	Actividad social	Disposición paranoide	Autocontrol	Estabilidad emotiva	Reflexividad
EPQ (McCrae y Costa)	Extraversión	Psicoticismo		Neuroticismo	-
MBTI (McCrae y John, 1992)	Extraversión	Sentimiento	Percepción	-	Intuición

El BFQ toma como experiencia al NEO PI-R, aportando mejoras a la comprensión de los cinco factores, siendo más preciso en la identificación de subdimensiones y en el número de elementos

Además de la evaluación de los cinco factores, se incorpora una medida de la tendencia a dar una imagen falseada de sí mismo, mediante una escala de Distorsión. Esta es una de las características más importantes en el test BFQ siendo que dependiendo del resultado que se obtenga en esta escala, se muestra si la persona intenta presentarse como una persona con un perfil negativo, positivo o sin sesgo [31].

Dentro de la descripción encontrada de cada uno de los tests, el único que indica que se realizó un estudio aplicado a policías es el BFQ, siendo que se informa que Barrick y Mount (1991) aplicaron un estudio en diferentes grupos laborales (entre ellos policías) examinando la validez del uso de los Cinco Grandes. Esto no significa que sea el único test que haya usado de igual manera a policías para la validación del mismo, o que no se haya usado nunca en policías, lo que se quiere dar a entender es la relevancia que hacen del aporte de este grupo laboral para la realización del estudio de validez. [31]

5.4. FASE 4: PROPUESTA DE SISTEMA MEJORADO DE ASIGNACIÓN SEGÚN LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS

Teniendo en cuenta que la implementación de una nueva metodología de asignación debe contemplar los recursos actuales de la organización, se diseñó un modelo de optimización que maximizara el beneficio obtenido en las asignaciones. Paralelamente, los cálculos utilizados para determinar el beneficio de cada asignación fueron la base de la propuesta de mejoramiento.

Finalmente la relación costo-beneficio se llevó a cabo para reconocer cuánto capital debe ser invertido en la aplicación de los cambios propuestos, haciendo énfasis en los costos identificados y la manera en la cual se afecta positivamente la organización con la implementación de los cambios.

5.4.1. Recolección de información

Para la toma de medidas antropométricas, se creó una plantilla que indica los tipos y las medidas que facilita la recolección de información para su análisis. Sin embargo, la recolección directa de medidas antropométricas no fue posible dada la disponibilidad de tiempo de los patrulleros por razones externas al proyecto, incluyendo orden público, inundaciones y elecciones. Por tanto se optó por utilizar como fuente las tablas antropométricas disponibles para el país, encontradas en el estudio ACOPLA 95 realizado por Estrada y colegas (1995) [33].

Las medidas fueron comparadas con las especificaciones técnicas de las dimensiones de los vehículos y de esta relación se obtuvieron los parámetros y variables de decisión que se incluirán dentro del modelo de optimización.

En el caso del segundo parámetro se definió el test BFQ como el más acertado para el proyecto, como se mostró anteriormente. Fue entonces necesario parametrizar sus dimensiones y escala de distorsión según un perfil soportado por las funciones descritas

en el manual de funciones para el cargo de integrante sección de intervención y reacción UNIR de la Policía Nacional.

Una vez se tuvo la parametrización se procedió a preparar los instrumentos para su recolección de acuerdo con lo especificado en la Tabla 3. Sin embargo, dada las mismas restricciones de tiempo de los policías que se describieron anteriormente, debió procederse a simular diferentes escenarios de los resultados que podrían obtenerse de estas pruebas para poder probar los modelos de asignación objeto de este proyecto.

La implementación de la propuesta sugiere un cambio en el diagrama de proceso de asignación actual de motocicleta, con lo que se espera se identifique el impacto real de la propuesta y su espacio dentro del mismo, donde se introduce los pasos correspondientes a la realización de las medidas antropométricas y el test psicotécnico.

La parametrización que se debe tener de acuerdo con un perfil esperado o más adecuado para para la realización de las tareas cotidianas por parte del patrullero, incluye las medidas antropométricas, los resultados de las pruebas psicotécnicas y los recursos con los que cuenta la Policía Nacional para que tales recursos sean usados de la mejor manera.

Al momento de realizar la parametrización se cuenta con una función objetivo que permita identificar la maximización del uso de los recursos con los que se cuenta, cumpliendo con las restricciones que imponen las mediciones antropométricas, el perfil psicotécnico, número de recursos con los que cuenta la Institución y número de patrulleros activos.

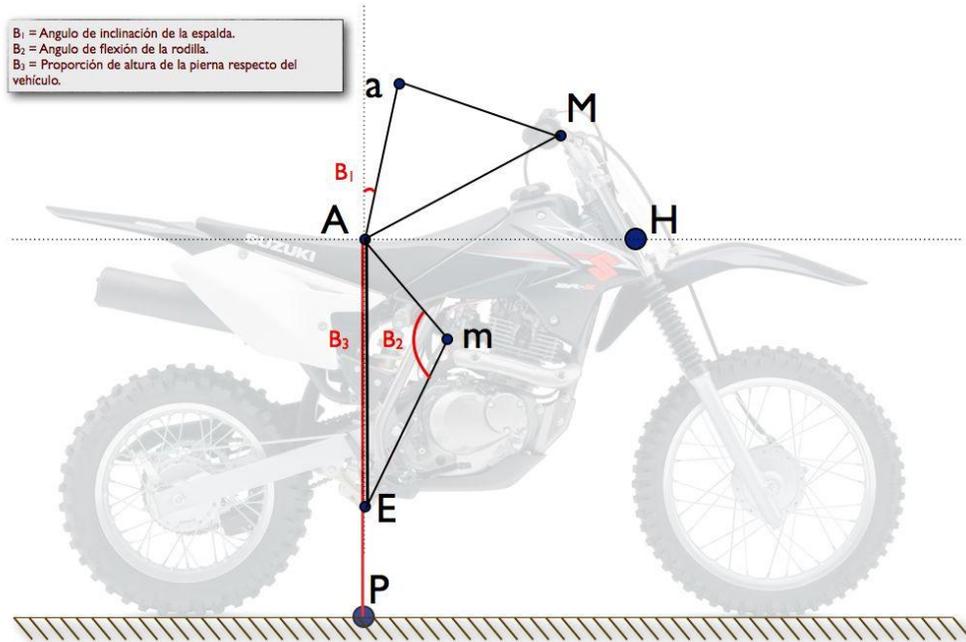
5.4.2. Cálculo de beneficios

Tomando como base la información disponible del perfil de patrullero y medidas del vehículo, se definen los factores de beneficio de cada asignación, clasificados en 2 grupos a saber:

- Beneficios físicos: Son los generados por las características antropométricas de cada individuo, el cual debe asumir ciertas posiciones, generando determinados ángulos dependiendo de las medidas de cada vehículo, afectando el confort que experimentará el patrullero una vez este conduciendo.
- Beneficio psicotécnico: Es generado por las características

Utilizando las medidas antropométricas y las medidas del vehículo se pudo identificar la correlación que existe entre el usuario y su herramienta, siguiendo la Figura 9.

Figura 9. Relación entre medidas antropométricas y del vehículo. (Los autores)



En la Figura 9 se identifican los dos principales ángulos de articulaciones que se ven involucrados en el uso de un vehículo motorizado de dos ruedas. Estos son, el ángulo de inclinación de la espalda respecto del plano vertical y el ángulo de flexión de las rodillas.

Siguiendo los parámetros de ángulos de confort sugeridos por Mondelo y colaboradores (1998) [34] se sabe que el ángulo de inclinación de la espalda B1 debe ser menor a 33° . Si este ángulo es menor a 0° , significará que para asumir una posición ideal de inclinación (entre 0° y 33°) de la espalda el conductor solo debe flexionar los codos.

Por otra parte Mondelo y colaboradores (1998) [34] sugieren que el ángulo de flexión de la rodilla B2 debe ser menor a 120° y mayor a 95° .

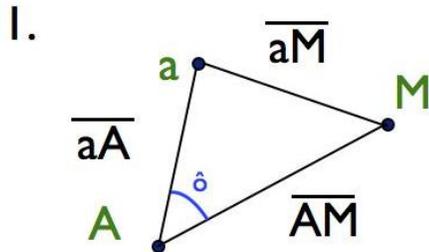
Además de esto, se tuvo en cuenta la relación de altura entre el patrullero y el vehículo a fin de garantizar que las piernas puedan ser utilizadas para manipular el vehículo cuando sea necesario.

5.4.2.1. B1: Beneficio superior

El beneficio físico superior depende del ángulo de inclinación de la espalda respecto del plano vertical del conductor. El primer paso es calcular el ángulo δ (asiento-manillar) como se muestra en las Figuras 10 y 11:

Figura 10. Primer paso de cálculo B1 (Los autores)

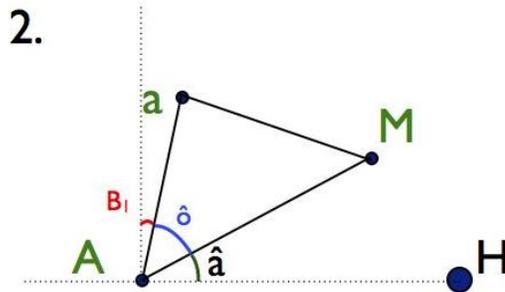
<p>a = Punto Acromial del patrullero M = Punto de referencia en el manillar del vehículo. A = Punto de referencia en el asiento del vehículo.</p>	<p>aM = Longitud Acromial Estiloidea. aA = Longitud Acromial Troncanterea. AM = Longitud Asiento - Manillar â = Angulo Asiento Manillar.</p>
---	---



Las longitudes acromial estiloidea (aM) y longitud acromial troncanterea (aA) se obtienen del perfil antropométrico, mientras que la longitud asiento manillar (AM) se obtiene de las medidas del vehículo. Así, del teorema del coseno, se obtiene que:

$$\hat{o} = \arccos\left(\frac{AM^2 + aA^2 - aM^2}{2(AM)(aA)}\right)$$

Figura 11. Segundo paso de cálculo B1 (Los autores)

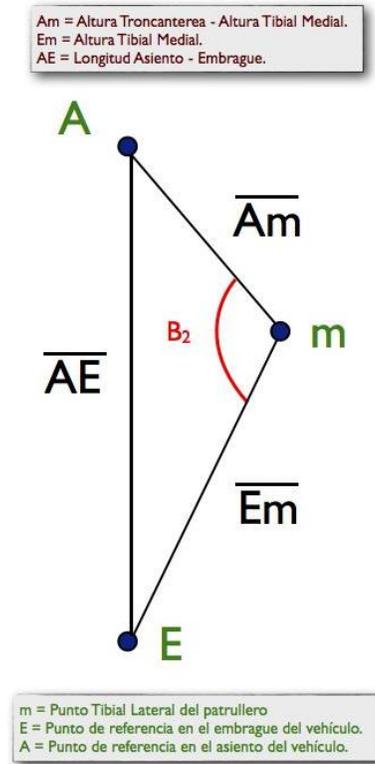


Siendo \hat{a} el ángulo comprendido entre la longitud asiento-manillar y el plano horizontal a la altura del asiento del vehículo se tiene que $B1=90^\circ - \hat{o} - \hat{a}$.

5.4.2.2. B2: Beneficio inferior

La longitud Troncanterea-Tibial Medial (Am), Altura Tibial Medial (Em) se toman del perfil antropométrico del patrullero (construido con los datos de las tablas antropométricas el estudio ACOPLA 95 [33]), mientras que la longitud Asiento Embrague (AE) se obtiene de las medidas del vehículo (Figura 12).

Figura 12. Beneficio Inferior (Los autores)



Y aplicando nuevamente el teorema del coseno, se tiene que:

$$B2 = \arccos\left(\frac{Am^2 + Em^2 - AE^2}{2(Am)(Em)}\right)$$

5.4.2.3. B3: Beneficio de altura

El beneficio B3 asegura que la altura troncanterea del patrullero sea una referencia para establecer la altura máxima del asiento del vehículo para que el conductor pueda apoyar ambos pies en el suelo una vez se detenenga el vehículo, mitigando el riesgo de caer.

Se estimó que la altura troncanterea debe ser como mínimo el 95% de la altura del asiento del vehículo, lo que generará una inclinación en el vehículo sin desestabilizar al conductor del mismo.

5.4.2.4. B4: Beneficio psicotécnico

Los resultados obtenidos de las dimensiones evaluadas de la prueba psicotécnica, se compararán con los rangos expuestos en el perfil psicotécnico esperado dando mayor relevancia a los datos que cumplan con el perfil esperado, otorgándole un valor de calificación mayor que otro que no se ajuste a los rangos generados.

5.4.3. Ponderación de beneficios

Con el fin de determinar la ponderación a tener en cuenta durante el cálculo del beneficio general, se presentó la necesidad de dar valores a cada uno de estos basados en su impacto dentro de la actividad realizada por los patrulleros a la luz de de las preguntas presentadas en la Tabla 8.

Tabla 8. Porcentaje de participación por beneficio. *(Los autores)*

Beneficio	¿Aporta significativamente al desarrollo de las actividades cotidianas?	¿Describe la interacción del patrullero con el vehículo?	¿Le agrega valor adicional en relación con la seguridad al realizar la actividad?
Beneficio superior	X	X	
Beneficio inferior	X	X	
Beneficio altura	X	X	X
Beneficio psicotécnico	X	X	X

Según las preguntas desarrolladas y presentadas en la Tabla 8, a continuación se evalúan dichas preguntas creadas según su impacto en la generación de beneficio.

Al evaluar la primera pregunta se encuentra que cada uno de los beneficios aporta al desarrollo de las actividades. El beneficio superior y el beneficio inferior aseguran restricciones de ángulos de confort, el beneficio altura mitiga el riesgo de caer y el beneficio psicotécnico identifica características de la personalidad que se buscan en un sujeto para realizar una actividad.

Con la segunda pregunta, se evidenció que todos los beneficios parten de la descripción general del patrullero con el vehículo, ya que los beneficios físicos se basan en posiciones que el conductor asume en la moto y el beneficio psicotécnico describe la expectativa que se tiene sobre el comportamiento del patrullero una vez este desarrollando sus actividades.

La tercera pregunta hace referencia al impacto de cada uno de los beneficios en la seguridad del patrullero que maneja el vehículo. Con esta pregunta, se determinó que solo el beneficio altura y el beneficio psicotécnico aplican, puesto que el primero aporta la

información suficiente para concluir si al momento de operar el vehículo el patrullero podrá o no detenerse y apoyarse de manera segura; y el segundo permite conocer o asumir los comportamientos del sujeto al momento de llevar a cabo las actividades que involucren el uso de su vehículo identificando si dichos comportamientos son seguros o no.

El beneficio inferior y el beneficio superior no fueron tenidos en cuenta en la tercera pregunta ya que se centran en el principio de que tan cómodo se siente el sujeto con su herramienta dentro de los parámetros expuestos.

5.4.4. Beneficio de asignar el perfil de patrullero al vehículo

Con los rangos aceptables de cada ángulo de confort asociado a los beneficios físicos; y de cada una de las dimensiones que componen el perfil psicotécnico se determina el aporte que cada beneficio dará al beneficio general de asignar el perfil de patrullero al vehículo (Tabla 9).

Tabla 9. Rangos aceptables para cada beneficio y dimensión. (Los autores)

	Beneficio	Cálculo o dimensión asociada	Rango	
			Min	Max
b_1	Beneficio Superior	Angulo de inclinación de la espalda	0	33
b_2	Beneficio Inferior	Angulo de flexión de la rodilla	95	120
b_3	Beneficio de Altura	Proporción de alturas	0,95	
$b_{4.1}$	Beneficio Psicotécnico	Energía	46	68
$b_{4.2}$	Beneficio Psicotécnico	Afabilidad	56	99
$b_{4.3}$	Beneficio Psicotécnico	Tesón	46	55
$b_{4.4}$	Beneficio Psicotécnico	Estabilidad Emocional	56	65
$b_{4.5}$	Beneficio Psicotécnico	Apertura Mental	36	55
$b_{4.6}$	Beneficio Psicotécnico	Puntuación Escala D	46	55

Para el cálculo del beneficio general, se determinó que el valor de cada beneficio físico será igual a 1 si el ángulo es igual valor medio del rango aceptable y 0 si esta en cualquiera de los extremos. A los demás valores en el rango se les asignó un valor por interpolación.

Ya que el beneficio psicotécnico es generado cuando los valores T de la prueba psicotécnica de los patrulleros estan dentro de los rangos sin discriminar las implicaciones de en que posición del rango se encuentren o que tan alejadas estén, las dimensiones del perfil psicotécnico generarán un beneficio igual a 1 si estan dentro del rango aceptable y de 0,4 en otro caso. En el caso de la Puntuación Escala D generará un

beneficio igual a 1 si el resultado esta contenido en el rango aceptable y 0,2 de otra manera. El total del beneficio psicotécnico será entonces, el promedio de estos beneficios.

Finalmente el beneficio de asignar el perfil del patrullero al vehículo se obtiene del promedio ponderado de los valores de los 3 beneficios físicos y el beneficio psicotécnico.

5.4.5. Validación de modelo de optimización del beneficio general

Con el fin de validar el alcance, limitaciones y comportamiento en general del modelo de optimización propuesto, se generaron 11 escenarios a partir de 102 perfiles esperados y 6 tipos de vehículos.

De estos escenarios se determinó la mejor manera de valorar los beneficios, los perfiles psicotécnicos con mayor beneficio asociado, los vehículos con mayores probabilidades de asignación y el comportamiento en general en escenarios controlados (Anexo 9).

5.4.5.1. Generación de perfiles antropométricos

Para la generación de perfiles antropometricos se procedió a buscar la información respectiva de la población objetivo para los parámetros seleccionados. Dado que no se puede acceder a una muestra de la población directa, se decidió usar como referencia el estudio ACOPLA 95 realizado por Estrada y colegas (1995) [33]. Se estimó razonable tener en cuenta los resultados obtenidos de la población masculina entre 20 y 29 años reportados por Estrada y colegas como inclusiva, pues esta fue preparada para todos los Colombianos.

Con el fin de aleatorizar los perfiles incluidos en cada escenario, se generaron números aleatorios entre 0 y 1 siguiendo una distribución uniforme, para posteriormente ser relacionados con los percentiles presentados en el estudio como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Percentiles asociados a cada rango de valores *(Los autores)*

Percentil	Rango	
	Min	Max
1	0	0,012
2,5	0,013	0,027
3	0,028	0,04
5	0,041	0,075
10	0,076	0,15
20	0,151	0,25
30	0,251	0,35
40	0,351	0,45
50	0,451	0,55
60	0,551	0,65

70	0,651	0,75
80	0,751	0,85
90	0,851	0,925
95	0,926	0,959
97	0,96	0,972
97,5	0,973	0,987
99	0,988	1

Asé mismo, cada percentil está asociado a un posible perfil de patrullero, lo que generará 17 perfiles tal como se ve en la Tabla 11.

Tabla 11. Perfiles asociados a cada percentil. *(Los autores)*

Percentiles	Acromial- Estiloidea	Acromial- Troncanterea	Troncanterea- Tibial Lateral	Tibial Lateral	Troncanterea
1	53,1	34,5	44,5	46,8	91,3
2,5	53,7	35,4	44,4	47,8	92,2
3	53,5	35,4	44,5	48,1	92,6
5	53,2	34,7	45,2	48,9	94,1
10	54,8	36,1	46	49,7	95,7
20	55,8	36,8	47	50,7	97,7
30	55,9	36,7	47,5	51,5	99
40	56,3	36,7	48	52,3	100,3
50	56,6	36,8	48,6	52,8	101,4
60	57,2	36,7	49,2	53,5	102,7
70	57,7	37,2	49,8	54,3	104,1
80	58,5	37,7	50,6	55,2	105,8
90	59,2	38,3	51,6	56,2	107,8
95	59,8	38,6	52,7	56,9	109,6
97	60,1	39,1	53,1	57,7	110,8
97,5	60,5	39,7	52,9	58,2	111,1
99	62	40,2	54,1	59	113,1

5.4.5.2. Generación de perfiles psicotécnicos

Con el fin de obtener los rangos correspondientes a la prueba psicotécnica, se tomaron 6 ejemplos de perfiles, propuesto por Caprara y colegas (2001) [31], con los “valores T” esperados para cada dimensión tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Rangos de los valores T en cada dimensión por perfil. (Caprara y colegas, 2001)

	<i>REALISTA</i>	<i>INVESTIGADOR</i>	<i>CREATIVO</i>	<i>SOCIAL</i>	<i>DIRIGENTE</i>	<i>CONVENCIONAL</i>
<i>ENERGIA</i>	46-55	46-55	46-55	46-55	56-65	46-55
<i>AFABILIDAD</i>	46-55	46-55	46-55	66-99	46-55	46-55
<i>TESON</i>	56-65	66-99	1-35	46-55	56-65	56-65
<i>ESTABILIDAD EMOCIONAL</i>	46-55	1-35	36-45	46-55	46-55	46-55
<i>APERTURA MENTAL</i>	36-45	56-65	56-65	46-55	56-65	36-45
<i>ESCALA D</i>	46-55	36-45	1-35	46-55	46-55	46-55

Cada uno de los perfiles posee características que los hace diferente a los otros y los clasifica según tendencias que se ven soportadas mediante la relación de la serie de resultados obtenidos y el grado al que corresponden.

Dentro de los perfiles utilizados se encuentra el de tipo realista que tiende a ser concreto, práctico, con pocos intereses culturales, prefiere trabajar con objetos (por ejemplo, máquinas y herramientas) más que con las personas. Una persona con un perfil de este tipo puede asumir cargos como por ejemplo mecánico u operador manual.

El perfil de tipo investigador tiende a interesarse por áreas científicas que no le impone reglas específicas y que le permite trabajar sobre ideas. Se presenta posiblemente como una persona ansiosa, susceptible, irritable y nerviosa. Tiene una inclinación a profesiones como por ejemplo médico o biólogo. [31]

Las personas que tienden a interesarse por el arte se clasifican dentro de un perfil de tipo creativo, teniendo dentro de sus posibles características el de ser independientes, nerviosas y con poco interés en la precisión y el orden donde el objetivo que busca realmente es de poder expresar su creatividad mostrándose imaginativo, original e informado. [31]

El perfil identificado como de tipo social, se especifica para personas que son activamente sociales que entre sus características está el de ser amistoso y popular, que gusta de hallarse rodeado de los demás y resulta ser muy tolerante, conciliador y en absoluto egoísta u hostil. Prefiere ocupaciones como asistente social o profesor. [31]

Los políticos o vendedores tienden a ser personas con un perfil dirigente donde entre sus características propias esta el de influir y guiar a los demás, mostrandose enérgico, comprensivo, extravertido y seguro de sí mismo. [31]

El perfil de tipo convencional se presenta para personas que prefieren profesiones como secretariado, de oficina, o bancarios siendo que se tienen preferencia por tareas donde los procedimientos están bien definidos con tendencias a ser bastante ordenados y escrupulosos.[31]

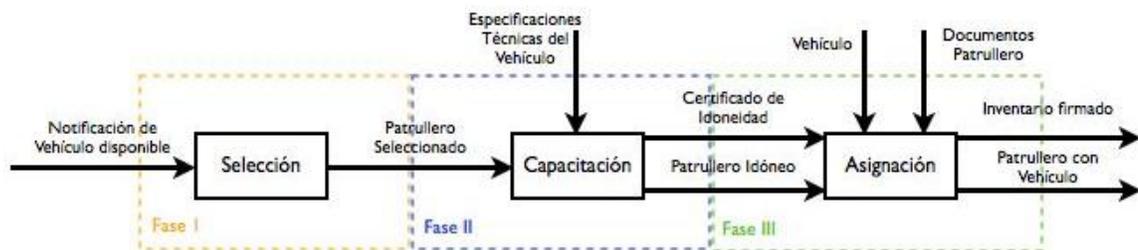
A cada uno de los anteriores perfiles se le asignó un número entero del 1 al 6 siguiendo una distribución uniforme, para luego generar aleatoriamente valores en este rango y de esta manera elegir el tipo de perfil que se usará en cada escenario. Una vez elegido el perfil, se generaron aleatoriamente los valores T de cada dimensión siguiendo una distribución uniforme dentro de los rangos descritos en la Tabla 9.

6. RESULTADOS

6.1. MÉTODO ACTUAL DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS.

El proceso actual de asignación de vehículos se divide en tres fases (Figura 13).

Figura 13. Diagrama de bloques de asignación de vehículos a patrulleros. (Los autores)



La fase 1 empieza con la orden del director de seccional, quién autoriza la compra y/o distribución de vehículos de cualquier tipo. Sea cual sea la situación, una vez se cuenta con los vehículos, se selecciona la unidad a la que se van a entregar.

Las entrevistas indican que los vehículos solo son asignados a Patrulleros y Suboficiales (Integrante sección de Intervención y Reacción UNIR); en ningún caso se asigna un vehículo directamente a un Oficial. Si la dirección determina que las actividades del oficial requieren del apoyo de un vehículo se dispondrá uno con un conductor asignado previamente.

La dirección, a través del Jefe área de seguridad vial, dirige la orden de distribución de vehículos a el Comandante de unidad (Comandante sección de intervención y reacción UNIR), quien decide a que patrullero(s) serán asignados los vehículos en cuestión. La decisión depende del criterio personal del Comandante quien tendrá en cuenta si el patrullero es conductor (tiene licencia) y la confianza que tenga en él. Una vez que el Comandante tome la decisión de que patrullero será asignado, este debe notificarlo directamente.

La fase 2 se divide en dos subprocesos, capacitación teórico práctica y evaluación. En el primer subproceso, los patrulleros a quienes se asignen vehículos, deben tomar una capacitación dictada por un representante del proveedor que entrega la moto. Esta capacitación contempla conceptos generales del uso y mantenimiento del vehículo (Tabla 13).

Tabla 13. Temas incluidos en la capacitación en orden de presentación. *(Los autores)*

1	Características del vehículo
2	Localización y funcionamiento de las partes del vehículo
3	Inspecciones previas antes del rodaje
4	Cuadro de mantenimiento
5	Recomendaciones para el cuidado del vehículo
6	Funcionamiento del motor
7	Funcionamiento, cuidados y precauciones del sistema de inyección
8	Sistema de transmisión de potencia
9	Clasificación, funcionamiento y diagnóstico a través de las bujías
10	Materiales y clasificación del chasis
11	Funcionamiento y precauciones del sistema de suspensión
12	Tipos y cuidados de frenos
13	Sistema eléctrico

Posteriormente el patrullero debe tomar una prueba de idoneidad dividida en dos partes, teórica y práctica (Anexo 4). Esta prueba busca medir habilidad del patrullero en manejo de una moto por supervisión del Director de Escuela de Seguridad Vial. Ya que la capacitación es responsabilidad de un agente externo, el objetivo de este estudio es el segundo subproceso, pues es ahí en donde se verifica la aptitud del patrullero para el vehículo sin tener en cuenta las características antropométricas y psicotécnicas del mismo.

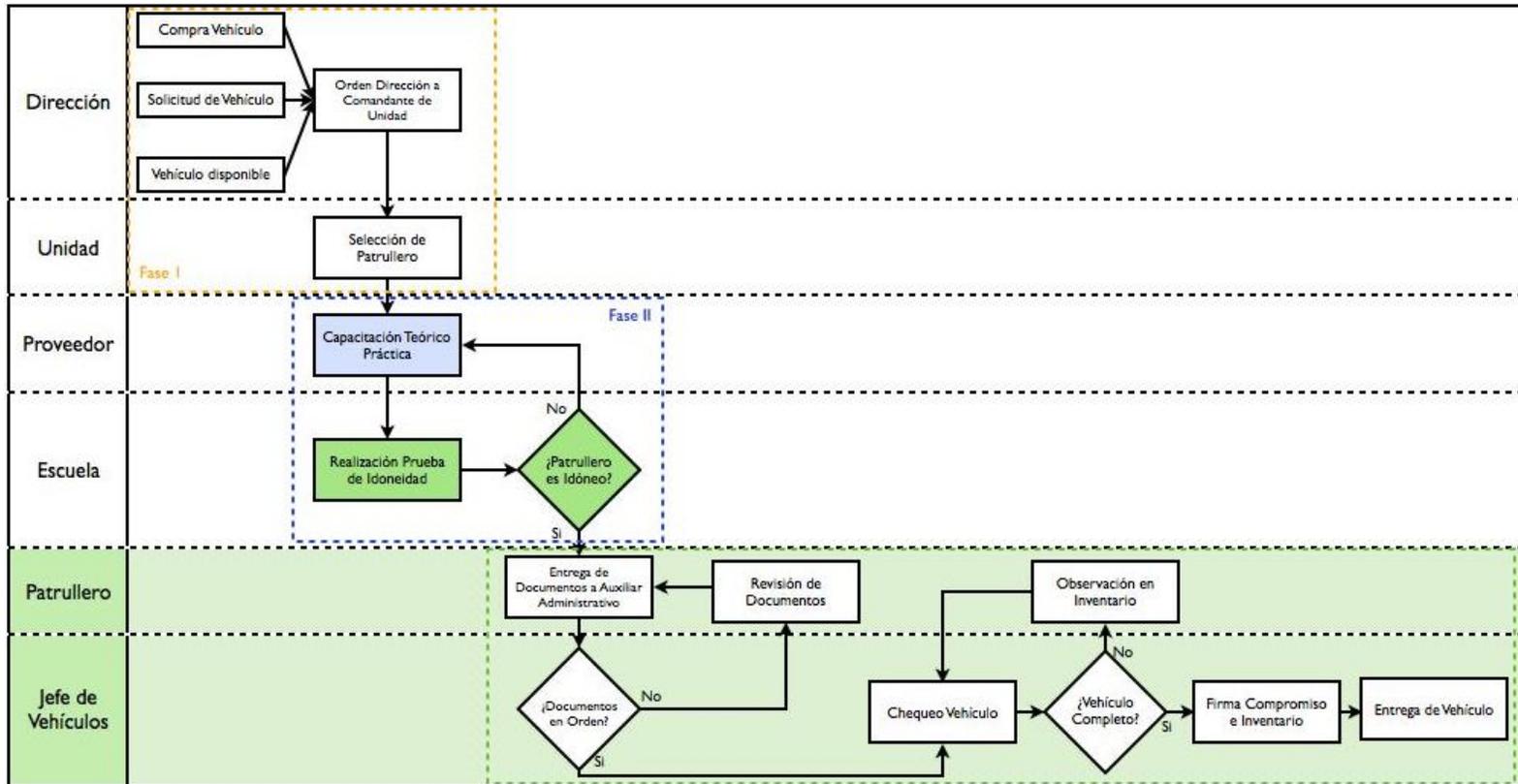
Si el resultado es satisfactorio en ambas pruebas se pasa a la fase 3 del proceso en donde el patrullero debe dirigirse al lugar designado para almacenar los vehículos (depende de la dirección) con fotocopia de licencia de conducción, fotocopia del carné de Policía, fotocopia de la cédula de ciudadanía y fotocopia de la prueba de idoneidad.

Los documentos son revisados por el auxiliar administrativo que verifica la vigencia y autenticidad de los mismos. Cuando se termina la comprobación se selecciona el vehículo teniendo en cuenta, la disposición del director de seccional y el inventario del parque automotor. La selección del vehículo es responsabilidad del Jefe de Vehículos, cargo que se relaciona con el responsable de proceso de transporte en las descripciones de cargo.

Cuando se comprueba la disponibilidad del vehículo, en compañía del patrullero, el Jefe de Vehículos y el auxiliar administrativo hacen el inventario del estado del mismo. Para esto se usa un formato de lista de chequeo en donde se consigna el estado del vehículo y herramientas que lo acompañen (Anexo 5). Si en el momento de hacer el chequeo el patrullero lo solicita, se harán las observaciones pertinentes, respecto de la presencia de todos los elementos en la lista y su estado. El inventario es finalmente firmado por el patrullero y el jefe de vehículos y cada uno toma una copia. El patrullero firma un compromiso de responsabilidad por el vehículo y sale del garaje con la moto.

Con el fin de identificar un flujo de información y responsables de cada fase, se dividió el proceso en actividades para identificar el flujo de información y responsables de cada fase. Como se muestra en la Figura 14, el proceso de selección es responsabilidad de la dirección, que es notificada de cualquiera de los eventos que conlleven a una asignación, y de la unidad, que recibe la orden de dirección y selecciona el patrullero.

Figura 14. Diagrama de flujo por responsables de la asignación de vehículos. (Los autores)



Los cargos descritos por los patrulleros no coinciden con los encontrados en las caracterizaciones que se muestran por jerarquía en la Figura 14. Esto puede ser causado por desconocimiento del organigrama oficial por parte de los patrulleros o incoherencia entre la descripción y el método.

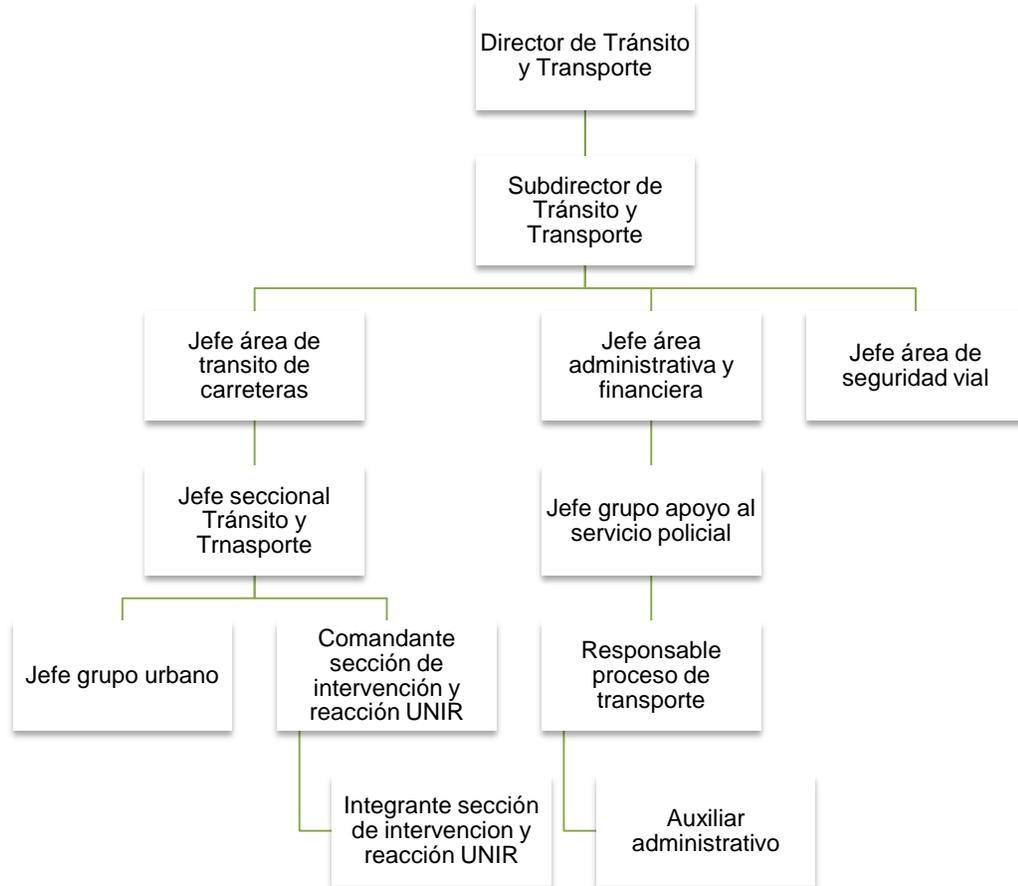
En la descripción de cargos encontrada, no se define realmente la función que deben cumplir los involucrados en el proceso de asignación, ni la manera en la que debe ser llevado a cabo. La información más aproximada es la referente a “administrar los recursos humanos, logísticos y técnicos necesarios para el desarrollo de las actividades de la Dirección” (Anexo 6) sin hacer ningún tipo de caracterización o descripción de, que se considera recurso humano, logístico y técnico.

La función de administrar los recursos humanos, logísticos y técnicos, se presentan en diferentes cargos dentro del manual de funciones fuera de los anteriormente mencionados, haciendo aun más confusa la responsabilidad real de los involucrados en la asignación y de esta manera no se puede delegar una responsabilidad real sobre quienes serian los encargados de que el proceso llegue a un final satisfactorio.

Dado que no se identifica la contribución o misión de ninguno de los involucrados en el proceso, el valor agregado de la definición de cada cargo, respecto de la tarea en el proceso de asignación es inexistente.

El cargo de Jefe de Grupo Urbano, encargado de “coordinar la profesionalización de personal en campos específicos del saber, a nivel básico, técnico, tecnológico y de especialización” (Anexo 6), aunque no se especifica que tipo de entrenamiento se ofrece en cuanto a manejo de vehículos, se evidencia su participación en el mismo. Esta contribución se identifica en la etapa por responsabilidad de Escuela (Figura 15) y a lo largo del proceso, es la única encargada de asegurar el buen manejo del vehículo agregando valor a las tareas propias de los patrulleros.

Figura 15. Cargos involucrados en el método actual. *(Los autores)*



6.2. CADENA DE VALOR ASOCIADA AL PROCESO DE ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS

En la Figura 16 se presenta la caracterización de la cadena de valor encontrada en el proceso de asignación, visto como un proceso de abastecimiento de herramientas y por tanto de apoyo logístico para las tareas del patrullero.

En esta se identifican puntos críticos de afección para la propuesta del método, como lo son la selección y prueba de los patrulleros, así como la firma de documentos constancia, la cual es responsabilidad de la institución en el proceso y la distribución.

Figura 16. Cadena de valor asociada (Los autores)



Teniendo en cuenta este escenario, se encuentra que la generación de valor está asociada al desarrollo de las tareas del patrullero, la cual se encuentra directamente relacionada con la correspondencia entre este y su vehículo.

En el caso específico de estudio se presentan como proveedores a los representantes comerciales de Suzuki Motor de Colombia S.A., Honda Colombia (Fanalca S.A.) y Yamaha Colombia (Incolmotos Yamaha) los que se encargan de la entrega de vehículo y capacitación del personal en el manejo del mismo.

Una vez se recibe el vehículo se le asigna un patrullero quién firma un compromiso con la institución y se responsabiliza por el activo. El proceso de asignación directa (entrega del vehículo) se realiza en el Patio de Parqueo de Vehículos en donde se guarda una copia del compromiso, documentos del patrullero e inventario, que evidencia la inspección de la moto.

Los aportes al resultado final del proceso de asignación y el desempeño del patrullero se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Aportes de las actividades a la generación de valor. *(Los autores)*

Tipo de aporte	Lugar en la cadena	Actividad	Aporte
Aporte a la asignación	Distribución	Revisión de documentos	El registro de documentos facilita el control de las vehículos ya asignados, ligandolos con el responsable de la moto y asegura que este cumpla con los requisitos legales para hacerse cargo de la moto y utilizarla.
	Abastecimiento	Compra de vehículos	Asegura la disponibilidad de vehículos en el parque automotor y reponde a la necesidad de unidades y jefaturas.
Aporte al desempeño	Distribución	Entrega de vehículo	Asegura que el patrullero cuente con el vehículo cuando sea necesario para el desarrollo de sus actividades.
		Inventario	Asegura que el patrullero conozca las condiciones del vehículo que manejará y deja constancia de las mismas.
	Proceso	Selección del patrullero	Determina las capacidades del patrullero para el manejo del vehículo y refleja la percepción del jefe de unidad.
		Selección del vehículo	Conecta el requisito de vehículo de un patrullero con la disponibilidad del mismo en el parque automotor.
		Prueba de idoneidad y conocimiento	Realiza el seguimiento a la capacitación de los patrulleros en el uso de la motocicletas, previniendo mal usos y preparandolos para los inconvenientes que pueden presentarse durante la realización de sus funciones.

Se determinó que el proceso de selección de patrullero y vehículo y las pruebas de idoneidad son un punto crítico en el proceso ya que en esta etapa se asegura la correspondencia del usuario con la herramienta de trabajo. Actualmente esto se realiza según criterios subjetivos de los jefe de unidad, quienes en su descripción de cargo, no deben contar con ninguna capacitación o competencia que soporte este tipo de decisiones para cumplir con el objetivo de la tarea.

Si bien la experiencia en las actividades del patrullero aporta conocimiento fundamental en la toma de decisión sobre la asignación, el conocimiento técnico puede generar un

aporte complementario esencial, asegurando la correspondencia del vehículo con el perfil del usuario.

6.3. MÉTODO PROPUESTO

La propuesta de mejoramiento del proceso de asignación de vehículos a patrulleros de la Policía Nacional de Colombia se centra en agregar valor a la decisión de que vehículo será asignado a que patrullero.

Después de que el patrullero sea capacitado y presente la prueba de idoneidad, pasará a un proceso de medición (Figura 17), en donde se tomarán las medidas antropométricas, se aplicará la prueba BFQ y con estos resultados se construirá el perfil del patrullero que entrará en el proceso de optimización.

En el proceso de optimización se confrontará el perfil del patrullero con la información de vehículos disponibles para determinar el vehículo apropiado para el patrullero, información que llegará al proceso de asignación en donde el proceso seguirá igual a como se viene haciendo después de la selección del vehículo.

Según estas modificaciones, la responsabilidad de la escuela de conducción aumentaría, pues suministrar la información que se utilizará en la asignación es su responsabilidad, por tanto será aquí en donde se realicen las nuevas actividades de medición y optimización, tal como se muestra en la Figura 18.

Figura 17. Diagrama de bloques de método propuesto. (Los autores)

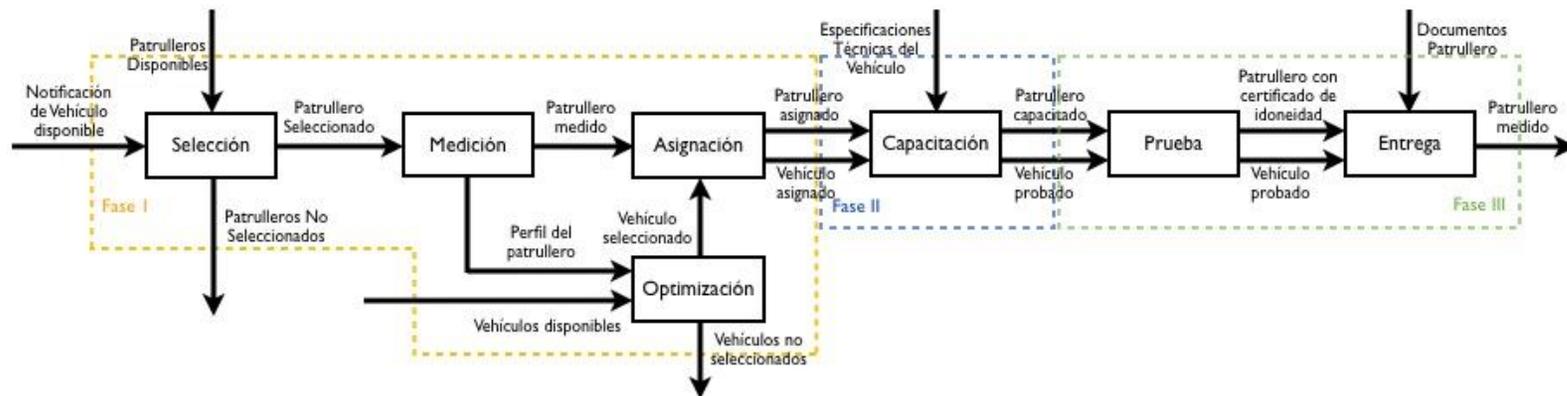
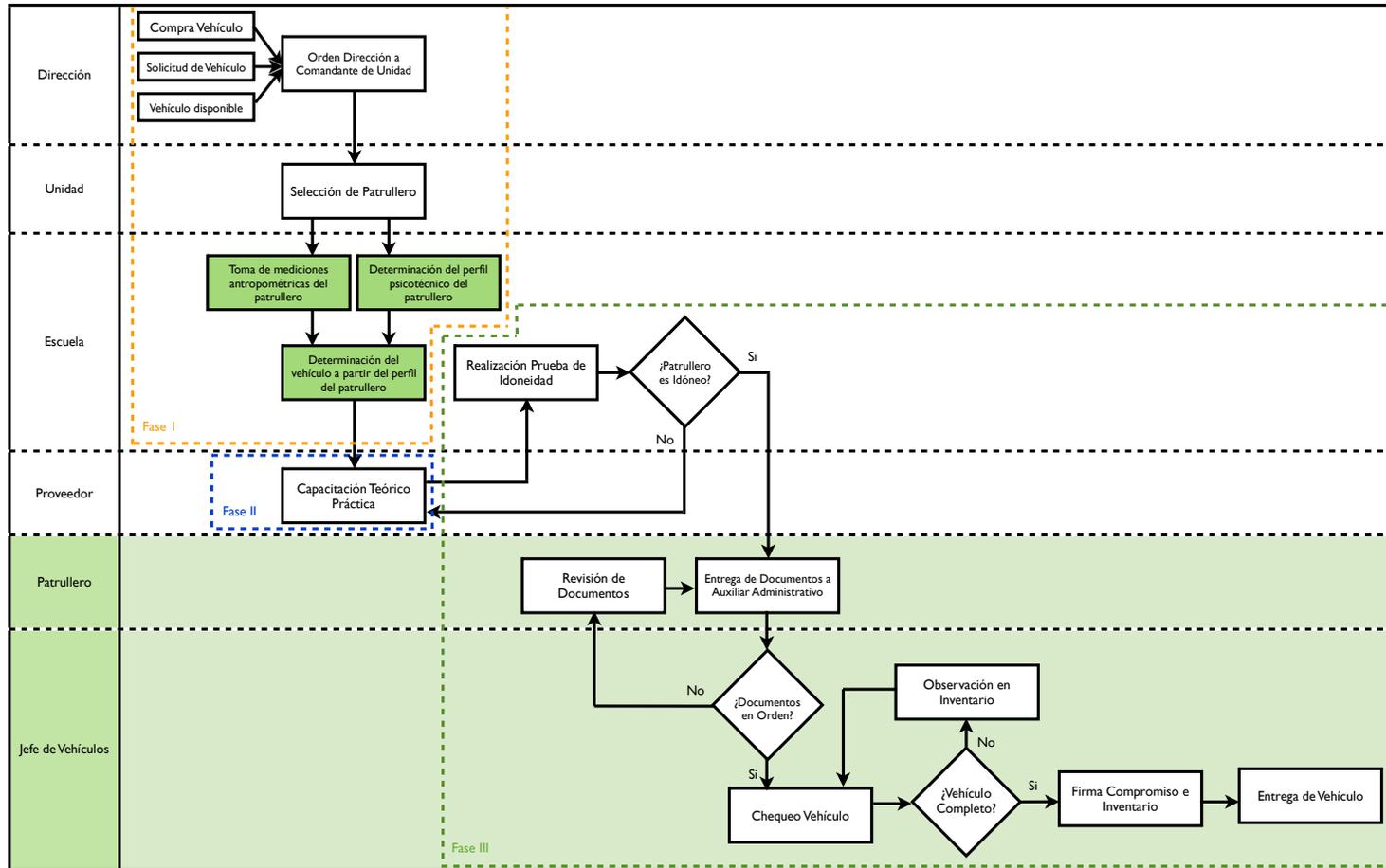


Figura 18. Diagrama de flujo por responsables en el método propuesto. (Los autores)



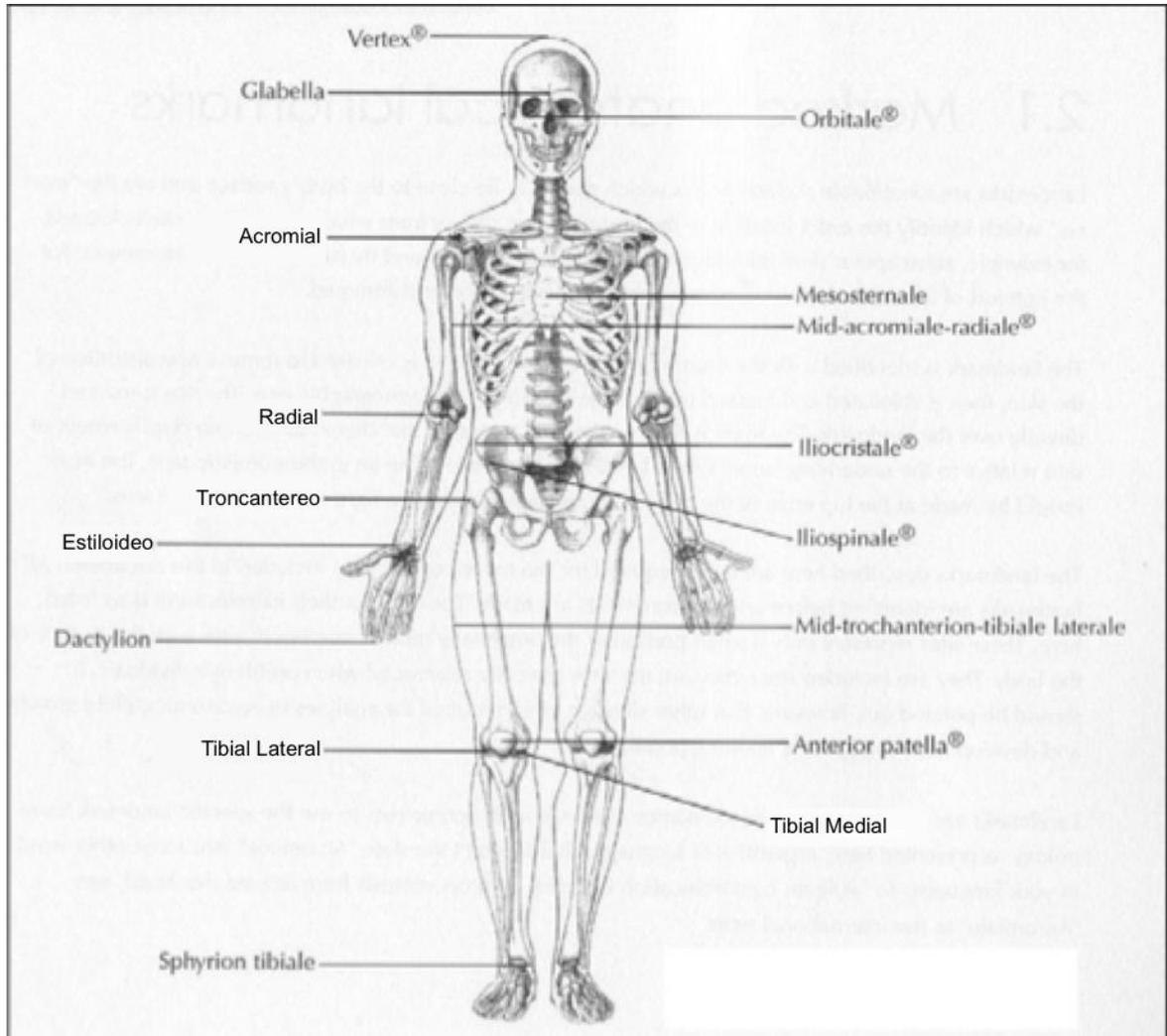
Con el objetivo de realizar las actividades propuestas, se identificaron herramientas que proporcionen datos sobre las características del patrullero, incluyendo medidas antropométricas y perfil psicotécnico (de personalidad).

6.3.1. Mediciones antropométricas

Durante la toma de medida antropométricas, se tendrán en cuenta los “cuidados durante el protocolo” que propone Quintana (2005) [27]. Dentro de estos se encuentran:

- La sala donde se tomen las medidas deberá tener el espacio suficiente para instrumentos, encargado de la medición y sujeto medido, así mismo debe estar limpia y “convenientemente climatizada”. [27]
- El sujeto debe estar preparado para estar descalzo y con la menor ropa posible.
- Los instrumentos de medición serán calibrados antes de la medición a fin de evitar errores.
- Las medidas se tomarán siempre del lado derecho del sujeto.
- Antes de empezar la medición se marcarán los puntos antropométricos de interés (Figura 19) con un lápiz dermatográfico (o cualquier tipo de elemento que permita marcar la piel y ser lavado con facilidad).
- Las medidas se tomarán de arriba hacia abajo.
- Se completará una primera medición y, posteriormente, se realizará una segunda. En el caso que el encargado estime que la diferencia entre estas medidas es grande, se procederá a tomar una tercera y cuarta medida.
- Se debe tener un trato adecuado con el sujeto. (Se le explicará el objetivo de la toma de medidas y se mantendrá una distancia adecuada durante la medición evitando que esta se perciba como invasiva).
- En caso de que se estén midiendo 3 o más sujetos simultáneamente, el encargado contará con la ayuda de un asistente encargado de registrar las medidas.
- El encargado de las medidas deberá tener conocimiento del protocolo y tener experiencia en este tipo de estudios.
- Las mediciones serán registradas en el formato de mediciones antropométricas mostrado en la Figura 20 junto con la información general que en este se presenta.
- La caja antropométrica podrá ser sustituida por una silla con un asiento horizontal, de superficie lisa y homogénea y de una altura conocida. [27]

Figura 19. Puntos antropométricos óseos (Adaptado de Norton y Olds, 1996). [28]



Es importante hacer énfasis en que el encargado de las medidas debe tener experiencia en este tipo de estudios, ya que la ubicación de los puntos antropométricos y el conocimiento del protocolo influyen directamente en la fiabilidad de los resultados.

El formato de mediciones (Figura 20) antropométricas contiene campos para registrar el número de test, el nombre del sujeto, la fecha de nacimiento, sexo, lugar de nacimiento, peso y talla del mismo, además de la fecha de medición y la altura de caja. Cuenta con el espacio para registrar hasta 4 mediciones y la mediana de estas.

Si no se cuenta con una caja antropométrica, se registrará la altura de la silla o cualquier otro tipo de soporte que se este utilizando a criterio del encargado.

Por último, otra opción, como se hizo en el presente trabajo, se puede tomar como referencia la antropometría para colombianos.

Figura 20. Formato de mediciones antropométricas. (Los autores)

Medidas Antropométricas		Policía Nacional de Colombia				
Asignación de vehículos a patrulleros		Dirección de Tránsito y Transporte				
		Jefatura de Seguridad Vial				
Nro. Test: _____ Nombre: _____ Fecha de Nacimiento: _____ Fecha de Medición: _____ Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Lugar de nacimiento: _____ Peso (Kg): _____ Talla (cm): _____						
Tipo	Medidas	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Mediana
Talla	Talla					
Altura	Tibial Medial					
	Troncanterea					
Longitud	Acromial Estiloidea					
	Acromial Troncanterea					

6.3.2. Aplicación de la prueba BFQ

El material para la aplicación de la prueba BFQ consta de: “un manual (bases teóricas, descripción de las variables, su justificación estadística y las normas de aplicación, corrección e interpretación), es necesario el material siguiente:

Cuadernillo del BFQ, Hoja de respuestas (de diseño especial para su posible tratamiento mecanizado); facilita la corrección y puntuación; hoja de perfil; plantillas de corrección (juego de 6); disco con programación para obtener puntuaciones directas en todas las variables.”[31]

Para la obtención de las puntuaciones, se seguira el procedimiento descrito en el manual de funciones de la prueba BFQ, donde las puntuaciones que se obtienen son “puntuaciones T que constituyen una escala típica, de unidad constante, con una media en el valor 50 y una desviación típica de 10 puntos”. [31]

El valor T obtenido se relaciona con un adjetivo (Tabla 15) que ayudan a la comprensión de las dimensiones y subdimensiones.

Tabla 15. Relación del valor T con un adjetivo. (Los autores)

Grado	Valor T	Adjetivo
5	66 – 99	Muy (Mucho)
4	55 – 65	Bastante
3	46 – 55	Moderadamente
2	36 – 45	Poco
1	1 – 35	Muy poco

Los adjetivos presentados anteriormente se apoyan en otros adjetivos que son mostrados a continuación y que en conjunto construyen la calificación de las dimensiones y subdimensiones.

Para la dimensión de energía se cuenta con adjetivos como dinámico, extravertido y dominante; en afabilidad, altruista, comprensivo y tolerante; para tesón, adjetivos como responsable, ordenado y diligente; equilibrado, tranquilo y paciente en estabilidad emocional; por último en apertura mental adjetivos tales como creativo, fantasioso e informado.[31]

La interpretación de Distorsión se hace de manera diferente a las dimensiones y subdimensiones porque el objetivo de esta escala es la de asegurarse que la prueba no haya sido modificada o falseada. Para ello se identifica que si la puntuación obtenida fue muy baja (T inferior a 35) o muy alta (T superior a 65) probablemente se este presentando un perfil falseado. Si la puntuación T esta entre 35 y 45 presentando un cierto sesgo negativo. Cuando se obtienen una puntuación T entre 55 y 65 se puede inferir que el individuo esta presentando una imagen positiva. La puntuación que identifica un perfil libre de sesgo se encuentra entre una puntuación T entre 45 y 55.[31]

6.3.3. Perfil del patrullero

El perfil obtenido del patrullero será construido con los resultados obtenidos de las mediciones antropométricas y la prueba psicotécnica BFQ bajo los criterios que cada metodología estipule.

6.3.3.1. Perfil antropométrico

En la identificación del perfil antropométrico del patrullero se ha generado una serie de parámetros según los cuales la correspondencia a un vehículo es más precisa y confiable.

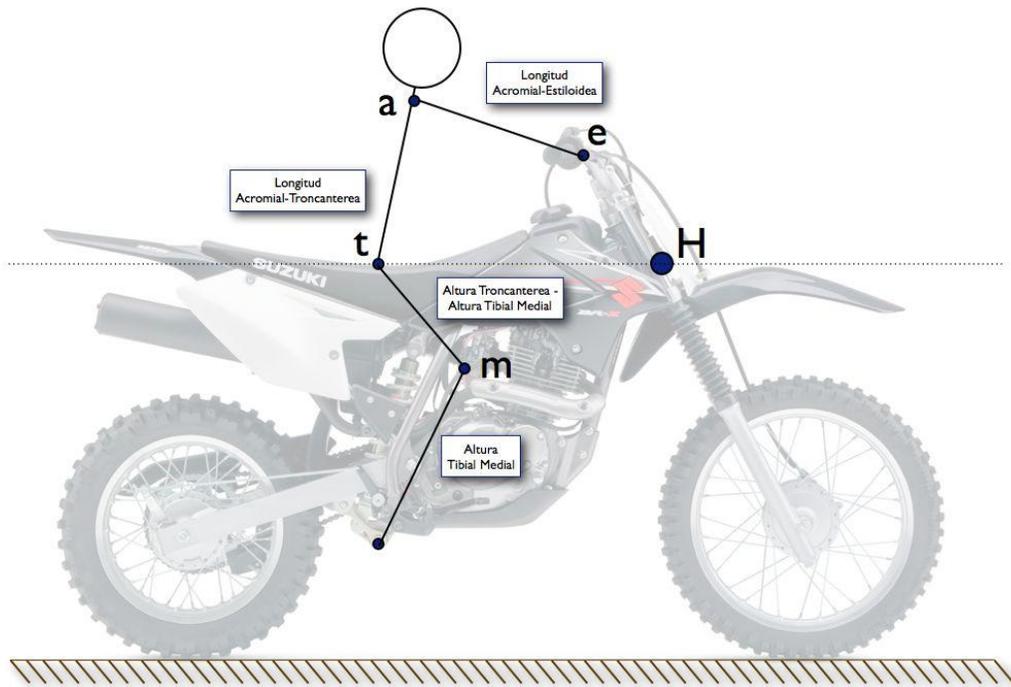
Considerando que las medidas a tomar al sujeto son las mencionadas en la tabla 1 y su relación con una serie de vehículos debe mantenerse dentro de los parámetros propuestos, se representan las medidas del patrullero haciendo uso del vehículo en la

Figura 21 enfatizando en las medidas que son necesarias para asegurar una asignación lo más acertada posible.

Se considera que cada una de estas longitudes son medidas críticas que afectan directamente el desempeño del patrullero al momento de llevar a cabo sus actividades en el uso del vehículo y aportan un valor agregado en la identificación del usuario que debe usar una u otra motocicleta.

Dichas medidas se convierten en variables que permiten hallar la mejor correspondencia entre el sujeto y el vehículo donde se asegure que el usuario, posiblemente, no presente inconformismo ni rechazo hacia su herramienta de trabajo ni que esta llegue a representar un riesgo adicional en el momento de realizar las tareas.

Figura 21. Mediciones antropométricas relacionadas con el uso del vehículo. (Los autores)



6.3.3.2. Perfil psicotécnico

El perfil psicotécnico correspondiente para realizar las tareas como patrullero de la Policía Nacional responde a la puntuación mostrada en la Tabla 16.

Tabla 16. Perfil esperado (*Los autores*)

Característica	Adjetivo	Rango T
Energía	Moderada bastante	46 – 68
Afabilidad	Bastante mucho	56 – 99
Tesón	Moderada	46 – 55
Estabilidad emocional	Bastante	56 – 65
Apertura mental	Moderada	36 – 55
Puntuación escala D	Moderada	46 – 55

Energía: el sujeto se comporta moderadamente animado y comunicativo, aunque a veces puede resultar también algo cohibido y tímido. El sujeto es bastante dinámico, comunicativo y extravertido. Por la cercanía que tiene con la ciudadanía en su afán por atender diferentes solicitudes, es necesario que se sientan cómodos hablando con otras personas y abiertos a establecer nuevas relaciones interpersonales.

Afabilidad: resulta muy comprensivo, tolerante, conciliador y en absoluto egoísta u hostil. Dado que el principio de la Policía Nacional es la de brindar un servicio a la comunidad, el perfil debe enfocarse en una persona cooperativa y tolerante.

Tesón: resulta moderadamente responsable y escrupuloso, aunque a veces puede mostrarse también un poco desordenado y distraído. Es necesario que para llevar a cabo las tareas designadas, se cuente con una persona que cumpla con las órdenes impartidas por el comandante.

Estabilidad emocional: resulta bastante equilibrado y tranquilo. Dado que al atender las solicitudes de la ciudadanía lo que se requiere es una persona que no sea impulsiva ante diferentes situaciones y que se mantenga controlado en escenarios difíciles que así lo ameriten.

Apertura mental: resulta más bien convencional, conservador, tradicionalista y poco informado, poco creativo y con poca fantasía. El sujeto resulta moderadamente creativo e informado, aunque a veces puede resultar también un poco convencional y tradicionalista. Para el perfil es importante que se acepten las normas y costumbres de la institución hecho por el cual debe considerarse alguien conservador y tradicionalista.

Puntuación escala D: indica un perfil libre de falseamiento en sentido positivo o negativo.

El sujeto resulta bastante dinámico y activo, moderadamente dominante y asertivo, bastante cooperativo y empático, muy cordial y cortés, moderadamente escrupuloso y

preciso, perseverante y tenaz, bastante capacitado para dominar las propias emociones y para controlar la propia impulsividad, poco abierto hacia intereses de tipo cultural, poco abierto hacia las novedades, ideas y valores diferentes de los propios.

Para hacer un acercamiento a lo que se busca en el perfil se toman los rangos mostrados en la Tabla 16, que corresponden a las características identificadas según su valor T y el adjetivo correspondiente.

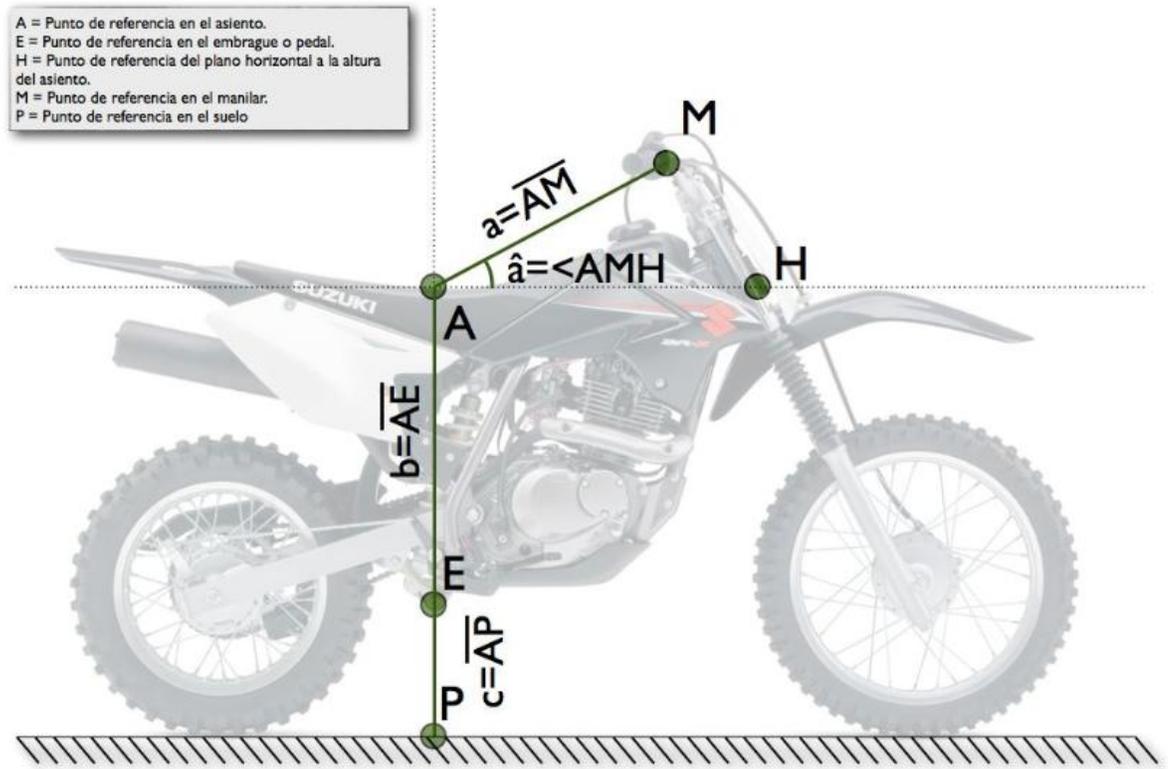
6.3.4. Toma de medidas del vehículo

Teniendo como principio que la maquina sea la adecuada para usuario, se hace necesario considerar diferentes medidas de los vehículos usados actualmente por la Policía Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá siendo que dichos datos nos permiten obtener una relación acertada respecto al usuario.

Para obtener estos datos se debe tener en cuenta los “cuidados durante el protocolo” que propone Quintana (2005) [27] que sean aplicables para la toma de medidas de un vehículo.

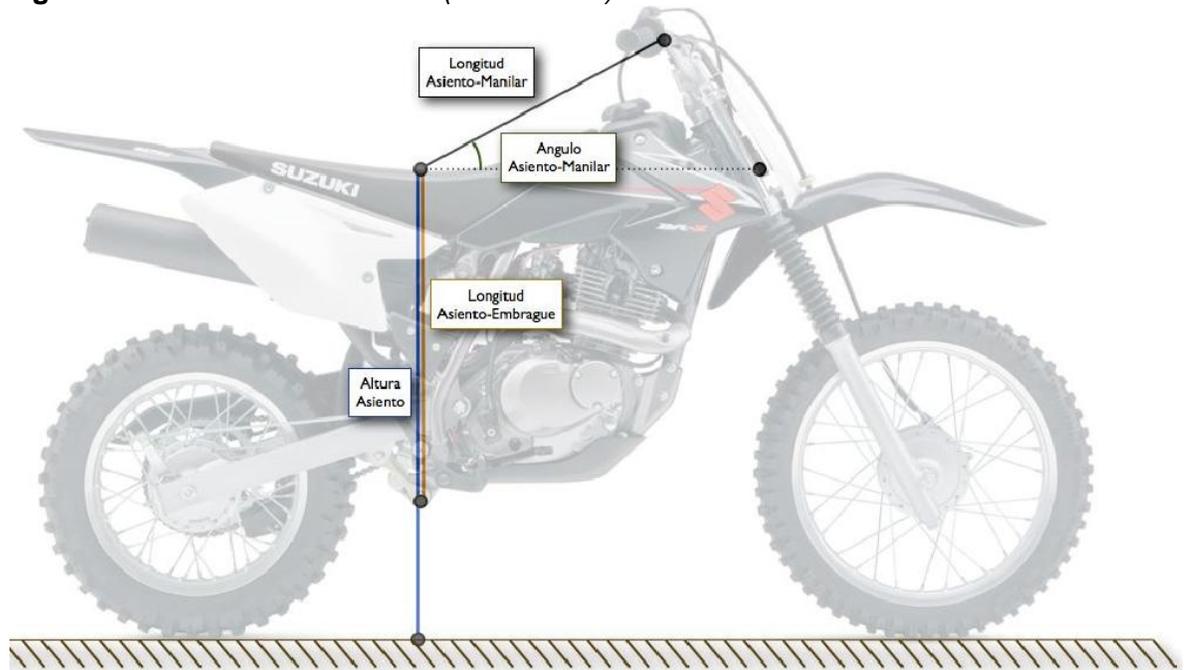
- Los instrumentos de medición serán calibrados antes de la medición a fin de evitar errores.
- El encargado de las medidas deberá tener conocimiento del protocolo y tener experiencia en este tipo de estudios.
- Antes de empezar la medición se marcarán los puntos de referencia para medidas del vehículo (Figura 22).
- Las medidas que se tomarán a partir de los puntos de referencia y registradas en el formato de mediciones se muestran en la Figura 23.
- Las mediciones serán registradas en el formato de mediciones mostrado en la Figura 24 junto con la información general que en este se presenta.

Figura 22. Puntos de referencia para medidas de vehículo. (Los autores)



Al llevar a cabo el estudio es indispensable que el encargado de tomar las medidas pertinentes en el vehículo, conozca y entienda el protocolo y la manera en que debe tomar los datos requeridos para obtener información lo más precisa y confiable posible.

Figura 23. Medidas del vehículo. (Los autores)



Dentro de la información requerida, es indispensable considerar la marca y modelo del vehículo para así mismo identificar de que motocicleta se esta haciendo referencia y no cometer errores en la relación de resultados con el objeto de estudio.

Figura 24. Formato de mediciones del vehículo. (Los autores)

Medidas vehículo Asignación de vehículos a patrulleros	Policía Nacional de Colombia Dirección de Tránsito y Transporte Jefatura de Seguridad Vial					
Nro. Test: _____ Marca: _____ Modelo: _____ Fecha de Medicón: _____						
Tipo	Medidas	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Mediana
Angulo	Asiento-manillar					
Altura	Asiento					
Longitud	Asiento-manillar					
	Asiento-embrague					

6.3.5. Modelo de optimización del beneficio

El modelo propuesto que optimiza el beneficio (en términos de la relación de proporciones físicas y características psicotécnicas) de asignar vehículos a patrulleros se presenta en la Figura 25.

Figura 25. Formulación estándar de maximización del beneficio de asignación de patrulleros a vehículos. (Los autores)

I : Conjunto de Perfiles de Patrullero para asignar. Indexado con $i, |I| = n$

J : Conjunto de Vehículos. Indexado con $j, |J| = m$

c_{ij} : Beneficio de asignar el perfil de patrullero i al vehículo j

b_j : Cantidad de vehículos j disponibles

$x_{ij} \begin{cases} 1, \text{ si el perfil de patrullero } i \text{ es asignado al vehículo } j \\ 0, \text{ de lo contrario} \end{cases}$

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij} \\ \text{s.a.} \quad & \sum_{j \in J} x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in I \quad (1) \end{aligned}$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \leq b_j \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \wedge \forall j \in J \quad (3)$$

Siendo que el beneficio de asignar el perfil de patrullero i al vehículo j se obtiene de ponderar los beneficios físicos y el beneficio psicotécnico como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Ponderación de beneficios (Los autores)

Beneficio	Participación
B1 – Beneficio Superior	20%
B2 – Beneficio Inferior	20%
B3 – Beneficio de Altura	30%
B4 – Beneficio Psicotécnico	30%

6.4. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL MODELO

Basados en las pruebas realizadas al modelo (Anexo 9) se determinó que para que la variabilidad de los beneficios físicos sea significativa dentro de la asignación, es necesario que estén directamente relacionados con los valores generados por los cálculos asociados. Esto significa que el valor de los beneficios no debe ser determinado por una función lógica en donde se le asignen valores discretos, sino por una función de interpolación en donde se le asignen valores continuos. Dicha condición se tuvo en cuenta en la forma final del modelo presentado en el Anexo 8.

Se observó además que debido a la ponderación propuesta, los perfiles psicotécnicos determinan la preferencia que tendrá un perfil de ser asignado. En el caso concreto del escenario 2.1 presentado en el Anexo 9, el perfil "SOCIAL" es asociado a beneficios de asignación mayores. En los escenarios 1.1, 2.1, 3.1 y 4.1 se muestra que los rangos de un perfil pueden ser comparados con el perfil esperado sin riesgo de variabilidad en ninguna dimensión, pues el beneficio asociado, es constante para cada perfil.

Así mismo se identificó que los perfiles "CREATIVO" e "INVETIGADOR" no son compatibles con el perfil esperado propuesto en los escenarios, por lo que tendrán la prioridad más baja de asignación.

Finalmente, se pudo evidenciar que el modelo es sensible a las proporciones del vehículo pues al modificar el valor de las distancias Asiento-Embrague y los rangos aceptables se invierten los valores de los beneficios entre los percentiles por debajo del percentil 50 y los que están por encima. Esto hizo posible identificar que el modelo tiende a asignar los vehículos más grandes primero, pues siempre y cuando mantengan una proporción equivalente en sus dimensiones, generan mayor beneficio que los demás.

6.5. RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE IMPLEMENTACIÓN

Para que el método propuesto sea implementado, la Policía Nacional de Colombia debe conocer cuáles son los costos a los que incurriría y los beneficios que obtendrá. Los costos que se identificaron se presentan en la Tabla 18 a continuación:

Tabla 18. Costos de implementación. *(Los autores)*

Inversión	Costo
Profesional de ingeniería industrial para la implementación del método	\$5'000.000
Adquisición de Prueba psicotécnica BFQ (10 cuadernillos, 25 hojas de respuesta, +25 pin usos)	\$650.000
Profesional en psicología para capacitación de personal sobre uso e interpretación de la prueba.	\$ 850.000
Adquisición de antropometro	\$4'799.000
Adquisición de tallimetro	\$58.000

La relación costo-beneficio es difícilmente medible siendo que se está hablando de cómo cambia positivamente la percepción de los patrulleros hacia la forma de realizar su trabajo, involucrando temas de comodidad, satisfacción y manejo del cambio.

7. CONCLUSIONES

Basados en la descripción del cargo de patrulleros se encontró que los vehículos son herramientas que facilitan la movilización no solo del conductor sino de sus compañeros y superiores a fin de dar una respuesta más efectiva a las solicitudes de servicio que puedan presentarse. Por tanto, se evidencia que los parámetros de decisión deben estar enfocados a mejorar la interacción del patrullero con el vehículo asignado a fin de garantizar que este sea un medio para el cumplimiento de sus tareas y no un obstáculo.

Del análisis del proceso de asignación que se encontró al principio del estudio, se determinó que debido a la carencia de documentación, la principal oportunidad de mejora radica en la formalización de los procedimientos y responsables de los mismos.

En la profundización realizada en la descripción de cargos y determinación de responsabilidades, se observó que la principal directriz del proceso actual es la autoridad de los directores, los comandantes de policías metropolitanas, los comandantes de departamento y los directores de las escuelas de policía para asignar vehículos. Por tanto se determinó que se deben establecer fuentes de información para dichos cargos a fin de dotar al proceso de criterios de decisión objetivos.

El modelo desarrollado demostró su aplicabilidad y potencial utilidad en la institución. El modelo se considera robusto pues permite incorporar criterios basados en las características que se presenten en cada caso específico de asignación.

Las pruebas realizadas mostraron que el modelo efectivamente asigna los vehículos que generen mas beneficio a los patrulleros teniendo en cuenta la disponibilidad de inventario y la cantidad de patrulleros a asignar. Sin embargo, el modelo no contempla la posibilidad de insertar nuevos criterios agregados por los encargados del proceso, mas aya de la ponderación de los beneficios.

Es evidente entonces que el procedimiento diseñado responde a la necesidad de mejora del proceso de asignación de vehículos a patrulleros de la Policía Nacional de Colombia en Bogotá, pues no solo determina parametros de decisión objetivos sino que los cuantifica dando la posibilidad de optimizarlos.

Los beneficios esperados del proyecto incluyen agregar valor a las tareas del patrullero basados en la construcción del perfil esperado que se construyó como parte del estudio.

Adicionalmente se identificaron los siguientes beneficios en el uso del modelo propuesto:

- Agilidad en la toma de decisiones.
- Flexibilidad en las especificaciones del inventario de vehículos disponibles.
- Flexibilidad en la creación de escenarios, pues no existe un mínimo en la cantidad de perfiles ni referencias de vehículos necesarios para que funcione.

- Comportamiento estable en diferentes escenarios.

Así mismo se identificaron las siguientes limitaciones:

- Por restricción del programa utilizado para la optimización, solo puede haber un máximo de 24 perfiles de patrulleros y 10 referencias de vehículos.
- No presenta de forma aislada la información de cada beneficio, lo que dificulta la identificación del aporte de cada uno.
- El beneficio general no pertenece a una escala definida, por tanto el beneficio generado en un escenario solo puede ser valorado comparándolo con otro escenario y no de manera individual.
- En condiciones de sobre abastecimiento (suficientes vehículos en cada referencia para asignar la misma a todos los patrulleros), el modelo tiende a asignar el vehículo más grande.
- Si el perfil psicotécnico “SOCIAL” interactúa con perfiles como el “CREATIVO” o “INVESTIGADOR” el modelo buscará optimizar el beneficio realizando asignaciones con valores de beneficio medios.

El proyecto también dejó algunas enseñanzas para los autores. Proyectos como estos son complejos pues implican tener en cuenta factores externos al alcance propuesto, pues como entidad del estado, la institución debe dar prioridad a las necesidades del mismo y responder, pronta, oportuna y efectivamente a cualquier tipo de alteración en el orden público.

Existe también un camino por recorrer. El proyecto no pudo llegar a un nivel de detalle suficiente para sugerir perfiles deseables para la asignación ni recomendaciones a la hora de adquirir nuevos vehículos o incorporar personal al cuerpo de patrulleros. Esto podría solucionarse si se eligiera un grupo de estudio representativo sobre el que se pueda trabajar, disponiendo de su tiempo y contando con el espacio apropiado para la realización de pruebas o análisis que complementen el trabajo de campo.

En conclusión, este proyecto enfrentó retos importantes de carácter operacional y de ausencia de información; pero demostró que se pueden generar soluciones prácticas y sencillas para problemas complejos. Con esto se espera contribuir desde la Ingeniería y la academia al desarrollo de un enfoque de mejoramiento de procesos, basado en la utilización de criterios que tengan en cuenta las necesidades del ser humano como factor aportante al desarrollo de las tareas asignadas.

8. RECOMENDACIONES

Como principal recomendación para la institución, se propone documentar, divulgar e implementar formalmente el procedimiento de asignación propuesto con el fin de establecer métodos de control y mejora continua del mismo. Esto implica usar los formatos propuestos para la recolección de información siguiendo el manual de implementación con el fin de que todos los datos y herramientas estén bajo las mismas unidades de medida y nomenclatura; e incluir dentro del Manual de Funciones oficial de la institución las responsabilidades asociadas a cada cargo dentro del proceso de asignación.

Adicionalmente, se recomienda construir una base de datos con el perfil antropométrico de cada patrullero. Esto ayudara en estudios futuros y durante la implementación puede ser considerado como referencia para el establecimiento de percentiles dentro de la población de patrulleros.

Como complemento al método propuesto, se sugiere implementar criterios de ingreso al sistema de asignación y de control periódico sobre enfermedades y patologías físicas, esto con el fin de disminuir el riesgo de accidentalidad y agravamiento de posibles condiciones patológicas del patrullero.

Dentro de esta implementación se recomienda la realización de exámenes médicos preventivos antes de realizar la asignación y periódicamente durante la realización de la labor en busca de síntomas relacionados con condiciones cardiovasculares, cardiopatías, hematológicas, renales, señales de diabetes, alteraciones motoras, epilepsia y trastornos del sueño. [35]

Cabe resaltar que la efectividad de esta propuesta debe respaldarse con la participación activa del médico encargado en la dirección, quien debe encargarse de alertar y concientizar al patrullero de los riesgos que pueden llegar a implicar una enfermedad relacionada con las condiciones previamente mencionadas; del patrullero, quien debe informar oportunamente a la institución sobre cualquier condición de salud que pueda afectar su labor a fin de tomar las medidas necesarias; y de la institución que debe garantizar condiciones de trabajo que minimicen el riesgo de desarrollar patologías asociadas al mal uso del vehículo. [35]

Se propone como referencia para estos criterios el estudio realizado por Fernández y colegas [35] en donde se establecen sintomatologías asociadas a patologías riesgosas en el trabajo de conducción y parámetros de acción para médicos, trabajadores (patrulleros) y empresas (Policía Nacional de Colombia).

De igual manera se recomienda que la implementación de este método sea validada con resultados en la percepción de los patrulleros y la variable implícita que esto puede presentar en las diferentes regiones del país o inclusive en las diferentes áreas de la ciudad.

Cabe resaltar que para futuros desarrollos es fundamental formalizar los procesos de interacción entre la institución y la academia, pues es de interés de ambas partes el continuar con este tipo de proyectos que aportan al crecimiento de ambas instituciones.

Así mismo se considera de alta importancia la inclusión de más áreas dentro de la dirección en este tipo de estudios, pues la interacción de estas es un factor determinante en el desarrollo de cualquier proyecto ya que cada una puede aportar información vital durante el proceso.

9. REFERENCIAS

1. <http://www.web.presidencial.gov.co>
2. Panorama de accidentalidad interna 2010, Agosto 11 2010. Policía Nacional de Colombia.
3. República de Colombia; Presidente de la República; Ministerio de Defensa; Decreto 4222 de 2006.
4. Manual específico de funciones y competencias laborales. Policía Nacional de Colombia. 2010.
5. KROEMER, Karl, KROEMER, Henrike y KROEMER-ELBERT, Katri. Ergonomics: How to Design for Ease & Efficiency. 1999, Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, Englewood Cliffs. 653 páginas.
6. CRUZ, Alberto y GARNICA, Andrés. Ergonomía aplicada. 2010. 4a Edición, ECOE Ediciones. 216 páginas.
7. DE ARANZADI, Telesforo. Antropometría. 1946. Manuales-Soler. 184 páginas.
8. STANTON, Neville, HEDGE, Alan, BROOKHUIS, Karel, SALAS, Eduardo y HENDRICK, Hal. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods. 2005. CRC Press.
9. ALVARADO, Jose y OBAGI, Juan. Fundamentos de inferencia estadística. 2008. Bogotá. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 358 páginas.
10. BARBOLLA, Rosa; CERDÁ, Emilio y SANZ, Paloma. Optimización: Cuestiones, ejercicios y aplicaciones a la economía. 2001, Madrid. PEARSON EDUCACIÓN S.A. 440 Páginas.
11. KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry y MALHORTA, Manoj. Operations Management: Processes and Value Chains. 8th ed. 2007. Prentice Hall. 728 páginas.
12. WERTHER, William. Administración de recursos humanos. 2008, México D.F., Quinta edición, McGraw Hill. 610 páginas.
13. VERTICE. El proceso de venta. 2008, Málaga, Editorial Vertice.
14. CHIAVENATO, Idalberto. Administración de recursos humanos. 1988, México D.F., McGraw Hill. 578 páginas.
15. MAYA, Pablo. UIS Ingenierías. 2007. Volúmen 6, No. 1, pags. 35-45. Estudio de modelos de apoyo al proceso de asignación de cupos escolares en el sistema de educación pública del distrito capital.
16. FRELING, Richard, PIERSMA, Nanda, WAGELMANS, Albert, VAN DE WETERING, Arjen. Rostering at a Dutch Security Firm. Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam, 2001.
17. NIEBEL, Benjamin. Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos. 1990. Alfaomega. 684 páginas.
18. FINKLER, Steven. Financial Management. 2001. Prentice Hall. 629 páginas.
19. BHATTACHARYA, Amit y MCGLOTHLIN, James D. Occupation Ergonomics: Theory and Applications. 1996. Marcel Dekker, Inc. 832 páginas.
20. DAY, Lesley; STATHAKIS, Voula; O'HARE, Mary. "Motorcycle deployment and rider characteristics on Victorian farms". Australian Journal of Rural Health, Oct2006, Vol. 14 , Pág., 190-195

21. ROWELL, S.; POPOV, A. A.; MEIJAARD, J. P.. "Application of predictive strategies to the motorcycle riding task". *Vehicle System Dynamics*, Sep2008 Supplement 1, Vol. 46, Pág., 805-814.
22. JACOBS, Rick R.; CONTE, Jeffrey M.; DAY, David V.; SILVA, Jay M.; HARRIS, Russ. "Selecting Bus Drivers: Multiple Predictors, Multiple Perspectives on Validity, and Multiple Estimates of Utility". *Human Performance*, 1996, Vol. 9, Pág., 199-218.
23. MONDELO, Pedro; TORADA, Enrique; GONZÁLEZ, Óscar; GÓMEZ, Miguel. *Ergonomía 4: El trabajo en oficinas*. 2002, Alfaomega Grupo Editor. 328 Páginas.
24. DIAZ, Vidal. *Técnicas de Análisis Multivariante para investigación social y comercial*. Madrid: Ra-Ma, 2002
25. BROWN, Landon. *Comercialización y análisis de mercado*. Primera edición Argentina, Editorial selección contable, Buenos Aires. 1959.
26. ALLES, Martha Alicia. *Gestión por competencias: El diccionario*. Segunda edición. Argentina, Ediciones Granica S.A., Buenos Aires. 2007. 301 Páginas.
27. QUINTANA, Manuel. *Teoría de Kinantropometría: Apuntes para el seguimiento de la Asignatura "Kinantropometría"*. Facultad de ciencias de la actividad Física y el Deporte. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 2005.
28. NORTON, Kevin y OLDS, Tim. *Anthropometrica*. Edición en español. Australia, University of New South Wales Press. Sidney.
29. FERNANDEZ-RIOS, Manuel. *Análisis y descripción de puestos de trabajo*. Ediciones Díaz de Santos, S.A. España. 1995.
30. CATELL, R. *Sixteen Personality Factor Questionnaire (16 PF)*. Institute for Personality and Ability Testing. Champaign, Illinois, USA. 1949.
31. CAPRARA, G.V. BARABARANELLI, C. y BORGOGNI, L. *BFQ Big Five Questionnaire*. Organizzazioni Speciali (OS). Florencia. 1993.
32. COSTA, Paul y MACCRAE, Robert. *NEO PI-R*. Psychological Assessment Resources Inc, Odessa. Florida.
33. ESTRADA, Jairo; CAMACHO, Jesús, RESTREPO, María y PARRA, Carlos. *Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995: ACOPLA 95*. Universidad de Antioquia. Instituto de seguros sociales. 1995.
34. MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique; BLASCO, Joan; BARRAU, Pedro. *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. 1998, Alfaomega Grupo Editor. 246 Páginas.
35. GOIZUETA, Berta; BARRANTES, Itziar y PETRINA, Puy. *Seguridad vial en relación con la actividad laboral: Accidentes "In Misión" e "In Itinere"*. Información, diseño de la formación y propuesta de la actuación. Departamento de Prevención de Mutua Navarra. 118 Páginas.