

**ORGANIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, PLANIFICACIÓN DE
MONTAJE Y ESTUDIO ECONÓMICO DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO
AUTOMOTOR PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO DE BUCARAMANGA**

**ALBERTO ROMERO MERCHÁN
PASCUAL ALBERTO VARGAS JEREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006

**ORGANIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, PLANIFICACIÓN DE
MONTAJE Y ESTUDIO ECONÓMICO DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO
AUTOMOTOR PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO DE BUCARAMANGA**

**ALBERTO ROMERO MERCHÁN
PASCUAL ALBERTO VARGAS JEREZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
JORGE LUIS CHACÓN VELASCO
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006

A Dios,

A mis padres, María Juanita y Luis Alberto,

A mis hermanos, Eliécer, Mariela, Daniel, Eva y Nayibe,

A todos mis sobrinos y sobrinas,

A Diego.

Alberto

A Dios,

A mi madre, Helena,

A mis hermanos, Mauricio, Adriana y Claudia.

Pascual Alberto

AGRADECIMIENTOS

Al profesor **Jorge Luis Chacón Velasco**, ingeniero mecánico, director del proyecto, por su colaboración y guía durante el desarrollo del mismo.

Al Ing. **Milciades Flórez**, por sus aportes en el inicio del proyecto.

Al Ing. **Hermann Eduardo Ramírez Díaz**, subdirector técnico de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Al Ing. **Henry Castro**, funcionario de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, por su ayuda desinteresada.

A todos aquellos que de alguna u otra forma colaboraron en la realización del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	29
1. NORMATIVIDAD TÉCNICO-MECÁNICA Y AMBIENTAL	31
1.1 NORMATIVIDAD TÉCNICO-MECÁNICA	31
1.1.1 Norma técnico-mecánica de España	31
1.1.2 Norma técnico-mecánica de Perú	36
1.1.3 Norma técnico-mecánica de Ciudad de Quito, Ecuador	39
1.1.4 Norma técnico-mecánica de Colombia	40
1.2 NORMATIVIDAD AMBIENTAL	43
1.2.1 Normas de la Unión Europea sobre emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles	43
1.2.2 Normas de Estados Unidos sobre emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles	48
1.2.3 Normas colombianas sobre emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles	52
1.2.4 Comparación entre las normas colombianas y las normas de la Unión Europea y los Estados Unidos	55
1.2.5 Norma colombiana sobre niveles máximos de ruido generado por fuentes móviles	60
2. IMPACTO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN DE FUENTES MÓVILES	63
2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES	63
2.1.1 Monóxido de Carbono (CO)	63
2.1.2 Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	64
2.1.3 Ozono (O ₃)	64

2.1.4	Material Particulado (PST, PM ₁₀ y PM _{2,5})	65
2.1.5	Dióxido de Azufre (SO ₂)	66
2.2	ESTUDIOS AMBIENTALES	67
2.2.1	Estudio ambiental Santiago de Chile	67
2.2.2	Estudio ambiental Ciudad de México	78
2.2.3	Informe ambiental de Bucaramanga	90
2.2.4	Comparación de las normas de calidad del aire de Ciudad de México, Santiago de Chile y Colombia.	115
3.	CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR Y DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	119
3.1	FUNDAMENTO LEGAL	119
3.2	PRUEBAS A REALIZAR EN LOS VEHÍCULOS	121
3.2.1	Alineación de luces principales	121
3.2.2	Emisión de gases contaminantes	121
3.2.3	Nivel de ruido producido por el vehículo	121
3.2.4	Sistema de frenos	122
3.2.5	Alineación de la dirección	122
3.2.6	Sistema de suspensión	122
3.2.7	Dispositivo para cobro en prestación de servicio público	123
3.2.8	Inspección visual	123
3.3	EQUIPOS NECESARIOS PARA EL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR	124
3.3.1	Detector de holguras y juegos mecánicos	125
3.3.2	Elevador para vehículos o foso de inspección (cárcamo)	126
3.3.3	Terminal portátil	127
3.3.4	Medidor de presión de las llantas	127
3.3.5	Medidor de profundidad del labrado de las llantas	128
3.3.6	Alineador al paso	128
3.3.7	Banco de prueba de suspensión	129
3.3.8	Frenómetro de rodillos	130

3.3.9	Velocímetro	132
3.3.10	Analizador de gases	133
3.3.11	Opacímetro	134
3.3.12	Regloscopio	134
3.3.13	Sonómetro	135
3.4	DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS	136
3.4.1	Línea de inspección para vehículos livianos	137
3.4.2	Línea de inspección para vehículos pesados	138
3.4.3	Línea de inspección para motocicletas	138
3.4.4	Línea de inspección mixta	139
4.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO	
	AUTOMOTOR	141
4.1	DATOS ESTADÍSTICOS	141
4.2	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	145
4.2.1	Estado actual del centro	145
4.2.2	Propuesta de diseño del nuevo Centro de Diagnóstico Automotor	147
4.2.3	Señalización y seguridad	168
5.	ESTUDIO ECONÓMICO DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO	
	AUTOMOTOR	173
5.1	INVERSIÓN INICIAL	173
5.1.1	Horizonte del proyecto	174
5.1.2	Terrenos	174
5.1.3	Construcción y obras civiles	174
5.1.4	Maquinaria y equipos	175
5.1.5	Equipos de cómputo	175
5.1.6	Muebles y enseres	175
5.1.7	Gastos de organización	176
5.1.8	Gastos de puesta en marcha	176
5.1.9	Imprevistos	177
5.1.10	Mano de obra directa	177

5.1.11 Prestaciones	177
5.1.12 Materiales directos	177
5.1.13 Mano de obra indirecta	177
5.1.14 Servicios	178
5.1.15 Mantenimiento	178
5.1.16 Depreciaciones	178
5.2 PRESUPUESTO DE INVERSIONES	178
5.3 COSTOS DE OPERACIÓN	179
5.3.1 Materiales directos	179
5.3.2 Mano de obra directa	179
5.3.3 Prestaciones directas e indirectas	179
5.3.4 Mano de obra indirecta	180
5.3.5 Depreciaciones	180
5.3.6 Mantenimiento	180
5.3.7 Servicios	180
5.3.8 Amortización de diferidos	180
5.4 INGRESOS DEL CENTRO	181
5.5 UNIDADES A INSPECCIONAR	181
5.6 PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN	182
5.6.1 Ingresos por inspecciones	182
5.6.2 Costo de operación	182
5.6.3 Utilidad bruta	182
5.6.4 Margen ajustado antes de Impuestos	182
5.6.5 Utilidad neta	182
5.6.6 Utilidad por distribuir	183
5.6.7 Flujo de producción	183
5.7 FLUJO DE CAJA LIBRE	183
5.8 INDICADORES DE RENTABILIDAD	183
5.8.1 Valor presente neto, VPN	183
5.8.2 Tasa interna de retorno, TIR	184

5.8.3 Retorno de la inversión (PAYBACK)	185
5.8.4 Estado de flujo de efectivo	186
5.9 ANÁLISIS FINANCIERO	187
5.9.1 Escenario A	187
5.9.2 Escenario B	187
5.9.3 Escenario C	187
5.9.4 Escenario D	188
5.9.5 Escenario E	188
5.9.6 Análisis de escenarios	188
CONCLUSIONES	192
RECOMENDACIONES	194
BIBLIOGRAFÍA	196
ANEXOS	200

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos livianos en la Unión Europea	44
Tabla 2. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados en la Unión Europea. Pruebas ESC y ELR	45
Tabla 3. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados en la Unión Europea. Prueba ETC	46
Tabla 4. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para motocicletas en la Unión Europea	47
Tabla 5. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos livianos según EPA (unidades en g/km)	49
Tabla 6. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados con motor diesel según EPA (unidades en g/bhp-h)	50
Tabla 7. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados con motor de encendido por chispa según EPA (unidades en g/bhp-h)	51
Tabla 8. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para motocicletas según la EPA	52
Tabla 9. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles a gasolina a partir del año 2001, ciclos americanos	53
Tabla 10. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles a gasolina a partir del año 2001, ciclos europeos	54
Tabla 11. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles con motor diesel a partir del año modelo 2001, ciclos americanos	54
Tabla 12. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para	

fuentes móviles con motor diesel a partir del año modelo 2001, ciclos europeos	55
Tabla 13. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos livianos entre la Unión Europea y Colombia	56
Tabla 14. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos livianos entre Estados Unidos y Colombia	57
Tabla 15. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos pesados entre la Unión Europea y Colombia	57
Tabla 16. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos pesados entre Estados Unidos y Colombia	58
Tabla 17. Comparación de emisiones de hidrocarburos entre vehículos livianos y motocicletas	59
Tabla 18. Niveles máximos permisibles de ruido para fuentes móviles	60
Tabla 19. Valores límite de generación de ruido producido por fuentes móviles en la Unión Europea	62
Tabla 20. Balance histórico de las medidas adoptadas para reducir la contaminación en Santiago de Chile	75
Tabla 21. Inventario de emisiones para el año 2000, Santiago de Chile	76
Tabla 22. Días al año en que las concentraciones de ozono superan la norma	80
Tabla 23. Días al año en que las concentraciones de PM ₁₀ superaron la norma	81
Tabla 24. Número y porcentaje de días al año en que las concentraciones de SO ₂ , NO ₂ , CO y Pb superaron la norma	82
Tabla 25. Acciones realizadas dentro del PROAIRE 2002-2010 y su reducción de emisiones contaminantes	86
Tabla 26. Inventario de emisiones por sector de la ZMVM, año 2000	87
Tabla 27. Inventario porcentual de emisiones por sector de la ZMVM, año 2000	88
Tabla 28. Valores máximos de concentración en el aire permitidos para	

cada contaminante	92
Tabla 29. Ejemplo de valores medidos en una estación	92
Tabla 30. Valores de IBUCA correspondientes a cada contaminante según el ejemplo	93
Tabla 31. Categorización de los valores de IBUCA	94
Tabla 32. Valores máximos permitidos para cada contaminante según la nueva Resolución 0601	95
Tabla 33. Índices de calidad del aire del NO ₂ para cada estación	111
Tabla 34. Índices de calidad del aire del PM ₁₀ para cada estación	113
Tabla 35. Comparación de las normas de calidad del aire de Santiago de Chile, Ciudad de México y Colombia (en µg/m ³)	116
Tabla 36. Parque automotor activo inscrito en la dirección de tránsito de Bucaramanga a 1 de enero de 2006	142
Tabla 37. Dimensiones de los equipos a instalar para vehículos livianos y pesados	148
Tabla 38. Potencia consumida por cada uno de los equipos	166
Tabla 39. Salario de empleados durante la puesta en marcha	176
Tabla 40. Fórmulas para llevar los valores futuros a presente	186
Tabla 41. Indicadores de rentabilidad para los distintos escenarios	189

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Dispositivo antiempotramiento lateral y trasero	33
Figura 2. Ejemplo de fórmula rodante	37
Figura 3. Láminas retroreflectivas	38
Figura 4. Sección de la tabla de pesos y medidas para vehículos pesados de carga y pasajeros	39
Figura 5. Evolución de promedios anuales de PM ₁₀	69
Figura 6. Evolución de las concentraciones de PM _{2,5}	69
Figura 7. Evolución de máximos horarios de ozono	70
Figura 8. Máximos horarios de monóxido de carbono	71
Figura 9. Máximos promedios móviles de 8 horas de monóxido de carbono	71
Figura 10. Concentraciones promedio anual de dióxido de nitrógeno	72
Figura 11. Concentraciones anuales de dióxido de azufre	73
Figura 12. Concentraciones máximas diarias de dióxido de azufre	74
Figura 13. Beneficio ambiental por la sustitución de convertidores catalíticos en el periodo 1999-2004	84
Figura 14. Beneficio ambiental por la conversión de 17.998 vehículos a GLP	85
Figura 15. Contribución de las emisiones por sector	88
Figura 16. Concentración del dióxido de nitrógeno	96
Figura 17. Índice de calidad del aire del dióxido de nitrógeno	97
Figura 18. Promedio horario del dióxido de nitrógeno	98
Figura 19. Promedio semanal del dióxido de nitrógeno	98
Figura 20. Concentración del dióxido de azufre	99
Figura 21. Índice de calidad del aire del dióxido de azufre	100
Figura 22. Promedio horario del dióxido de azufre	101

Figura 23. Promedio semanal del dióxido de azufre	101
Figura 24. Concentración del monóxido de carbono	102
Figura 25. Índice de calidad del aire del monóxido de carbono	103
Figura 26. Promedio horario del monóxido de carbono	104
Figura 27. Promedio semanal del monóxido de carbono	104
Figura 28. Concentración de ozono	105
Figura 29. Índice de calidad del aire del ozono	105
Figura 30. Promedio horario del ozono	106
Figura 31. Promedio semanal del ozono	107
Figura 32. Concentración de material particulado	108
Figura 33. Índice de calidad del aire del material particulado	108
Figura 34. Promedio horario del material particulado	109
Figura 35. Promedio semanal del material particulado	110
Figura 36. Comparación dióxido de nitrógeno por estaciones	111
Figura 37. Comparación del índice de calidad del aire del NO ₂ por estaciones	112
Figura 38. Comparación material particulado por estaciones	113
Figura 39. Comparación de los índices de calidad del aire del PM ₁₀ por estaciones	114
Figura 40. Detector de holguras y juegos mecánicos	125
Figura 41. Elevador para vehículos	126
Figura 42. Terminal portátil	127
Figura 43. Medidores de presión de las llantas	128
Figura 44. Medidores de profundidad del labrado de las llantas	128
Figura 45. Alineador al paso	129
Figura 46. Banco de prueba de suspensión	130
Figura 47. Frenómetro de rodillos	131
Figura 48. Frenómetro de placas	132
Figura 49. Velocímetro	132
Figura 50. Analizador de gases	133

Figura 51. Opacímetro	134
Figura 52. Regloscopio	135
Figura 53. Sonómetro	135
Figura 54. Cabina o consola para monitores	136
Figura 55. Unidad móvil de inspección para vehículos pesados	140
Figura 56. Unidad móvil de inspección para vehículos livianos	140
Figura 57. Vehículos oficiales matriculados en la DTB	143
Figura 58. Vehículos públicos matriculados en la DTB	143
Figura 59. Vehículos particulares matriculados en la DTB	144
Figura 60. Total parque automotor matriculado en la DTB	145
Figura 61. Esquema básico de la línea de inspección para vehículos livianos mostrando las etapas de revisión	150
Figura 62. Diagrama de flujo del proceso de revisión vehicular en una línea de inspección tipo	152
Figura 63. Esquema básico de la línea de inspección para vehículos pesados mostrando las etapas de revisión	153
Figura 64. Esquema básico del área administrativa del Centro	154
Figura 65. Detalle de alineador al paso, banco de prueba de suspensión y frenómetro, montados a ras de piso	161
Figura 66. Detalle de perfil para protección de los bordes alrededor de los equipos	162
Figura 67. Detalle de señalización de andenes y columnas	170
Figura 68. Demarcación de la zona de seguridad alrededor de los equipos	171
Figura 69. Señales informativas y restrictivas	171

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Frenómetro de rodillos para vehículos livianos sobre la respectiva línea de inspección	146
Fotografía 2. Detalle de los rodillos del frenómetro para vehículos pesados	146
Fotografía 3. Comparador de carátula que daba el resultado de las mediciones en el frenómetro de vehículos livianos	147
Fotografía 4. Comparador de carátula que daba el resultado de las mediciones en el frenómetro de vehículos pesados	147
Fotografía 5. Terreno baldío aledaño al centro	157
Fotografía 6. Detalle de la estructura actual	158
Fotografía 7. Pasillo intermedio y techo actual del Centro en el área administrativa	160
Fotografía 8. Techo actual del Centro en el área de las pistas	160
Fotografía 9. Detalle del ángulo en el borde del cárcamo	162
Fotografía 10. Entrada actual a las pistas	165
Fotografía 11. Fachada actual del área administrativa	165

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Selección del compresor	201
ANEXO B. Memorias de cálculo de cantidades y presupuesto de obra civil	209
ANEXO C. Cálculo de la carga instalada, presupuesto de obra eléctrica y red de datos y detalles de construcción obra eléctrica	223
ANEXO D. Datos generados por la hoja de cálculo para el análisis financiero	234
ANEXO E. Cotizaciones de equipos	256
ANEXO F. Comparación de las normas técnico-mecánicas	261
ANEXO G. Planos	266

GLOSARIO

ALABEO: Deformación de la superficie plana del disco de freno por acción del calor, golpes, etc., de manera que no pueda coincidir con la superficie plana de la pastilla de freno.

ÁNGULO DE AVANCE (CASTER): Es el que provoca la auto-alineación de las ruedas, dotando al vehículo de un elevado grado de estabilidad.

ÁNGULO DE CAÍDA (CAMBER): Es el ángulo que queda definido entre el plano de una rueda y la vertical al suelo. Es positivo si la parte más alta de la rueda sobresale más que cualquier otra parte del neumático o negativo si la parte de contacto con el suelo es la que sobresale.

ÁNGULO DE CONVERGENCIA O DIVERGENCIA: Es el ángulo definido entre cada una de las ruedas y el eje longitudinal del vehículo, siempre en su proyección horizontal.

ASCII: Sigla de American Standard Code for Information Interchange. Código utilizado para el intercambio de datos informáticos, que define las representaciones de un juego de caracteres con la ayuda de combinaciones de siete elementos binarios.

CÁRCAMO: Foso que permite el acceso de una persona a la parte inferior de un vehículo.

CATEGORÍA M: Vehículos de motor destinados al transporte de personas que tengan por lo menos cuatro ruedas (definición usada en la Unión Europea).

- **Categoría M1: Vehículos destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.**
- Categoría M2: Vehículos destinados al transporte de más de 8 personas más el conductor y cuya masa máxima no supere las 5 toneladas.
- Categoría M3: Vehículos destinados al transporte de más de 8 personas más el conductor y cuya masa máxima supere las 5 toneladas.

CATEGORÍA N: Vehículos de motor destinados al transporte de carga que tengan por lo menos cuatro ruedas (definición usada en la Unión Europea).

- Categoría N1: Vehículos destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.
- Categoría N2: Vehículos destinados al transporte de carga con una masa máxima superior a 3,5 toneladas e inferior a 12 toneladas.
- Categoría N3: Vehículos destinados al transporte de carga con una masa máxima superior a 12 toneladas.

CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR: Ente estatal o privado destinado a la revisión técnico-mecánico y de gases de los vehículos automotores.

CICLO ECE-13 (R49): Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos pesados, definido en la directiva 88/77/EEC. Actualmente lo reemplazó la prueba ESC.

CICLO ECE-15+EUDC: Es el Ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos y definido en la directiva 93/59/EEC.

CICLO FTP - 75: Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección al Medio Ambiente (EPA), para los vehículos livianos y medianos y anunciado en el Código Federal de Regulaciones (CFR), título 40, partes 86 a 99.

CICLO TRANSITORIO DE SERVICIO PESADO: Ciclo de prueba dinámico establecido por la EPA para los vehículos pesados y el cual se encuentra especificado en el CFR, título 40, partes 86 a 99.

CILINDRADA: Capacidad volumétrica total de los cilindros de un motor.

COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV): Son todos aquellos hidrocarburos que presentan una cadena inferior a siete carbonos, como el benceno, tolueno, cloroformo, acetona y metanol; se caracterizan por alcanzar un punto de ebullición comprendido entre 30 y 100°C. Contribuyen a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero, además, son precursores del ozono troposférico.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

CONVERTIDOR CATALÍTICO: Es aquel dispositivo que transforma químicamente los gases de escape contaminantes producidos por el motor de combustión interna, a Dióxido de carbono, Nitrógeno y vapor de agua.

FÓRMULA RODANTE: Nomenclatura para identificar la cantidad de puntos de apoyo de un vehículo, con relación a los puntos de tracción y/o dirección del mismo.

FRENO DE EMERGENCIA: Sistema de freno utilizado en caso de falla del freno de servicio. Está constituido por el freno de estacionamiento.

FRENO DE ESTACIONAMIENTO: Sistema de freno utilizado para impedir el movimiento del vehículo cuando está estacionado, también se emplea como freno de emergencia.

FRENO DE SERVICIO: Sistema principal de freno utilizado para reducir la velocidad o detener el vehículo.

FUENTE FIJA: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aún cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

FUENTE MÓVIL: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

FUENTES AREALES O DE ÁREA: Son aquellas que generan contaminación a pequeña escala en el sitio donde están ubicadas, como por ejemplo, lavasecos, talleres automotrices, la crianza de animales o las quemas agrícolas, entre otras.

LÁMINA RETROREFLECTIVA: Dispositivo de seguridad conformado por elementos prismáticos catadriópticos que reflejan la luz.

LÍNEA DE INSPECCIÓN: Conjunto de equipos e instrumentos instalados adecuadamente, con los cuales se realiza la revisión técnico-mecánica y ambiental a los vehículos automotores según su tipo.

OPACIDAD: Es el grado de reducción que ocasiona una sustancia al paso por ella de la luz visible.

OVALIZACIÓN: Deformación de la superficie cilíndrica interior de las campanas de freno, transformando el área de contacto de ésta con la zapata de freno en una figura ovalada.

PESO BRUTO VEHICULAR: Peso de un vehículo provisto de combustible, equipo auxiliar habitual y el máximo de carga.

PESO DE REFERENCIA: Es el peso vehicular más 100 kilogramos. Ésta definición se utilizará cuando se haga referencia a los procedimientos de evaluación de emisiones de la Unión Europea.

PESO VEHICULAR: Es el peso real del vehículo en condiciones de operación con todo el equipo estándar de fábrica y con combustible a la capacidad nominal del tanque.

PESO VEHICULAR CON CARGA: Es el peso vehicular más 136 kilogramos. Ésta definición se utiliza cuando se hace referencia a los procedimientos de evaluación de emisiones mediante los ciclos de prueba dinámicos Americanos.

PRUEBA ELR: Prueba europea de respuesta bajo carga. La prueba consiste en cargar el motor de forma constante desde un 10 a un 100% de carga a tres regímenes del motor distintos.

PRUEBA ESC: Ciclo europeo de estado continuo. Consiste en un número determinado de fases de régimen y de potencia que cubren la gama típica de las condiciones de funcionamiento de los motores diesel.

PRUEBA ETC: Ciclo europeo de transición. La prueba consiste en simular las circunstancias específicas de conducción en carretera de los motores de gran potencia instalados en camiones y autobuses.

REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA Y AMBIENTAL: Conjunto de pruebas que se realizan a un vehículo automotor para determinar si cumple con los parámetros mínimos establecidos por las autoridades ambientales y de tránsito.

VEHÍCULO DE SERVICIO PARTICULAR: Vehículo automotor destinado a satisfacer las necesidades privadas de movilización de personas, animales o cosas.

VEHÍCULO DE SERVICIO PÚBLICO: Vehículo automotor homologado, destinado al transporte de pasajeros, carga o ambos por las vías de uso público mediante el cobro de una tarifa, porte, flete o pasaje.

VEHÍCULO DE SERVICIO OFICIAL: Vehículo automotor destinado al servicio de entidades públicas.

VEHÍCULO LIVIANO: Es aquel diseñado para transportar hasta 12 pasajeros o una carga, y cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 2.800 Kg.

VEHÍCULO MEDIANO: Es aquel diseñado para transportar más de 12 pasajeros o una carga, y cuyo peso bruto vehicular sea superior a 2.800 Kg y menor o igual a 3.860 Kg.

VEHÍCULO PESADO: Es aquel diseñado para transportar más de 19 pasajeros o una carga, y cuyo peso bruto vehicular sea superior a 3.860 Kg.

TITULO. ORGANIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, PLANIFICACIÓN DE MONTAJE Y ESTUDIO ECONÓMICO DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO DE BUCARAMANGA*

**ALBERTO ROMERO MERCHÁN
PASCUAL ALBERTO VARGAS JEREZ****

PALABRAS CLAVE: Centro de Diagnóstico Automotor, revisión técnico-mecánica, fuentes móviles, vehículos.

RESUMEN

Este trabajo de grado muestra la necesidad de la creación de un Centro de Diagnóstico Automotor (CDA) para la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB), donde se realizarán las pruebas técnico-mecánicas y ambientales a los vehículos automotores; esto con el fin de reducir los altos niveles de contaminación del aire y contribuir a disminuir la accidentalidad en las carreteras.

Inicialmente se encuentra un compendio de normas relacionadas con la generación de ruido, emisión de gases y partículas contaminantes provenientes de las fuentes móviles, las cuales fueron tomadas de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos y la Unión Europea, comparándolas con las actualmente vigentes en Colombia. Además, se presentan normas internacionales y locales relacionadas con el aspecto técnico-mecánico de los vehículos, realizando un paralelo que muestra las características de cada una de ellas. Posteriormente se encuentra el análisis de diversos estudios ambientales que dan una idea de la importancia de monitorear y controlar la contaminación producida por las fuentes móviles. Se continúa con la descripción de los equipos e instrumentos necesarios para la revisión de los vehículos y se indica su ubicación en forma de líneas de inspección; con base en esto se procede a hacer la distribución en planta del CDA, teniendo en cuenta además, la infraestructura disponible en la DTB. Finalmente, se elabora un estudio económico para conocer la viabilidad financiera del Centro, mostrando distintos escenarios económicos que permiten conocer la inversión inicial, su tiempo de recuperación y la rentabilidad del mismo.

El trabajo permitió determinar la factibilidad del CDA desde su aspecto económico y sirve como base para que entidades oficiales de otras ciudades o empresas privadas interesadas en el tema, desarrollen proyectos similares.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Luis Chacón Velasco.

TITLE. ORGANIZATION, DISTRIBUTION IN PLANT, PLANNING OF ASSEMBLY AND ECONOMIC STUDY OF THE SELF-DRIVEN DIAGNOSTIC CENTER FOR THE TRAFFIC DIRECTION OF BUCARAMANGA*

**ALBERTO ROMERO MERCHÁN
PASCUAL ALBERTO VARGAS JEREZ****

KEYWORDS: Self-driven Diagnostic Center, technician-mechanics revision, mobile sources, vehicles.

ABSTRACT

This grade work shows the necessity of the creation of a Self-driven Diagnostic Center (CDA) for the Traffic Direction of Bucaramanga (DTB), where it will be carried out the technician-mechanical and environmental tests to the self-driven vehicles; this with the purpose of to reduce the high levels of contamination of the air and to contribute to diminish the accidentality in the highways.

Initially it's presented a summary of norms related with the generation of noise and emission of gases and polluting particles coming from the mobile sources, which were taken of the Environmental Protection Agency (EPA) of the United States and the European Union, comparing them with those at the moment applied in Colombia. International and local norms related with the technician-mechanical aspect of the vehicles are also presented carrying out a parallel that shows the characteristics of each one of them. Later on it is presented the analysis of diverse environmental studies that give an idea of the importance of to analyze and to control the contamination produced by the mobile sources. It continues with the description of the necessary equipments and instruments for the revision of the vehicles and their location is indicated in form of inspection lines; with base in this it proceeds to make the distribution in plant of the CDA, also keeping in mind the available infrastructure in the DTB. Finally an economic study is elaborated to know the financial viability of the Center, showing different economic scenarios that allow to know the initial investment, its time of recovery and the profitability of the same one.

The work allowed to determine the feasibility of the CDA from its economic aspect and it serves like base so that official entities of other cities or private companies interested in the topic, develop similar projects.

* Grade work.

** Faculty of the Physical-Mechanical Engineerings, School of Mechanical Engineering, Engineer Jorge Luis Chacón Velasco.

INTRODUCCIÓN

La accidentalidad en las carreteras del país ocasiona un gran número de muertes y personas lesionadas, aunque no se conoce con certeza cuantos de estos accidentes son causados por fallas mecánicas, no hay duda de que un buen porcentaje se podrían evitar si los vehículos estuvieran en buenas condiciones mecánicas. De igual forma es ineludible darse cuenta de la contaminación ambiental que afecta a la mayor parte de las ciudades del país y que una de las principales fuentes que aportan a ésta son los vehículos, desde una motocicleta hasta los grandes vehículos de carga y de transporte de pasajeros.

Viendo esta situación, el Ministerio de Transporte expide la Ley 769 del 6 de agosto de 2002, con la cual crea y reglamenta el nuevo Código Nacional de Tránsito Terrestre, donde en el Capítulo VIII del Título II establece las principales disposiciones para entrar a regular el estado técnico-mecánico y la emisión de gases contaminantes provenientes de estas fuentes móviles; así mismo plantea la creación de Centros de Diagnóstico Automotor destinados a llevar a cabo estas acciones de control. De esta Ley se derivó la Resolución 3500 del 21 de noviembre de 2005, expedida en conjunto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que define las condiciones a cumplir por estos Centros.

Con el presente trabajo se pretende mostrar la importancia de controlar y disminuir la contaminación por fuentes móviles y dar una guía de cómo sería un Centro de Diagnóstico Automotor, para lo cual se realiza la distribución en planta de un área de revisión y otra administrativa disponibles en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Para tal fin se muestra inicialmente la recopilación de las normas técnico-mecánicas y ambientales tomadas de diversos países, comparándolas con las que actualmente rigen en Colombia, para ver la situación del país respecto a los otros en cuanto a la exigencia y actualidad de las mismas se refiere. Se continúa con la presentación de estudios ambientales realizados en ciudades tan contaminadas como Ciudad de México, los cuales muestran como poco a poco han disminuido su contaminación mediante el desarrollo de planes especiales de descontaminación, que contemplan medidas enfocadas a las fuentes móviles, entre otras; dando una idea de los pasos a seguir a nivel local para controlar la contaminación ambiental.

Tomando la reglamentación e información antes mencionadas, se procede a realizar la selección de los equipos e instrumentos que serían necesarios para la implementación del Centro de Diagnóstico Automotor de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, teniendo en cuenta además el área disponible para esto, la cantidad de vehículos registrados en esta entidad y su tipo, tanto liviano como pesado. Por último, se realiza un estudio económico donde se plantean distintos escenarios financieros y operativos que permiten tener una noción del capital necesario para el inicio y desarrollo del Centro, el tiempo de retorno de dicha inversión y la rentabilidad del mismo.

1. NORMATIVIDAD TÉCNICO-MECÁNICA Y AMBIENTAL

En este capítulo se quiere mostrar la situación en que Colombia se encuentra en cuanto a normas sobre contaminación ambiental por fuentes móviles y normas de revisión técnico-mecánica de vehículos se refiere, respecto a otros países que cuentan con un mayor desarrollo tecnológico y tienen una mayor preocupación por su medio ambiente y la seguridad de los pasajeros.

1.2 NORMATIVIDAD TÉCNICO-MECÁNICA

La importancia de este tipo de normas se justifica en el hecho de que su aplicación permite la reducción de accidentes por fallas mecánicas, lo que conlleva a disminuir las muertes por este tipo de incidentes en las carreteras.

Para este estudio se tuvieron en cuenta las normas aplicadas en países tan desarrollados como España y a nivel de Suramérica las de Perú y Ecuador.

1.1.1 Norma técnico-mecánica de España. Este país cuenta con uno de los mejores y más completos procedimientos de revisión de vehículos, en el que se comprueba el buen estado y correcto funcionamiento de los elementos de seguridad tanto activa como pasiva de los mismos. Todos los ítems a tener en cuenta dentro de la revisión de vehículos se reúnen en el “Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones I.T.V. (Inspección Técnica de Vehículos)”.

Este manual inicialmente clasifica los vehículos dependiendo de sus características, como el fin para el que fueron construidos (transporte de pasajeros o de carga), su masa máxima y número de ruedas; esto para ser más claros en el

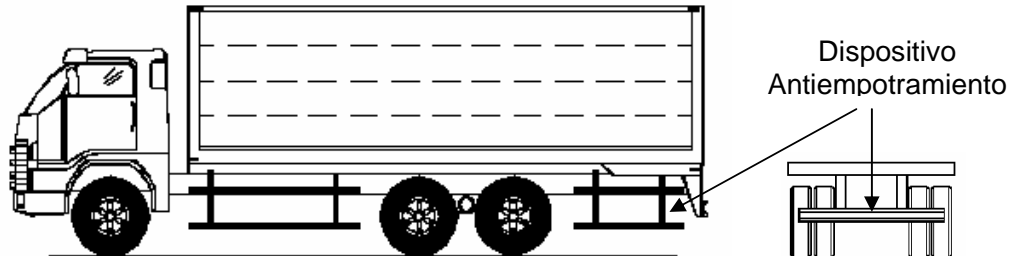
momento de la revisión, ya que no a todos se les comprueba los mismos elementos.

En el manual se encuentran tres secciones que corresponden a la clasificación de vehículos, dentro de cada sección se encuentran diez capítulos, cada uno de los cuales hace referencia a una parte esencial del vehículo que se debe inspeccionar. Estas secciones son: vehículos para transporte de carga y pasajeros con cuatro o más ruedas, vehículos con dos y tres ruedas y cuadriciclos, y vehículos agrícolas.

A continuación se presentan los sistemas más importantes que son verificados durante la revisión en los vehículos para transporte de carga y pasajeros de cuatro o más ruedas.

- **Identificación.** Verifican que los datos del vehículo coincidan con los registrados en los documentos presentados, tales como número de chasis, motor y carrocería; así como el número de la placa, el estado de la misma y la correcta ubicación.
- **Acondicionamiento exterior, carrocería y chasis.** Los principales puntos a comprobar en este capítulo son: defectos de estado de la carrocería y su estructura, el buen estado y funcionamiento de las puertas (incluyendo las de servicio y socorro), existencia e integridad de todos los vidrios del vehículo; existencia, buen estado y correcta ubicación de los espejos retrovisores, existencia de señales que indican la clase de servicio, en vehículos de transporte de pasajeros la identificación de las salidas de emergencia mediante vidrios de expulsión, en vehículos de carga articulados y rígidos la existencia y funcionamiento adecuado del dispositivo de acoplamiento, existencia y buen estado de los guardabarros y dispositivos de protección laterales y antiempotramiento (figura 1).

Figura 1. Dispositivo antiempotramiento lateral y trasero.



Fuente. Reglamento nacional de vehículos, Perú.

- **Acondicionamiento interior.** En este capítulo se tienen como prioridades la comprobación de: el número de asientos y su buen estado, la presencia de cinturones de seguridad, su buen estado y correcta fijación; existencia y funcionamiento del indicador de velocidad; en el caso de vehículos para el transporte de pasajeros el correcto funcionamiento del indicador de parada, buen estado de las barras de sujeción para pasajeros que se encuentren de pie y existencia de martillo para la rotura de los vidrios de emergencia, también la existencia de partes puntiagudas o cortantes que puedan ocasionar lesiones a los pasajeros, constatar la ausencia de láminas, adhesivos o cortinas en parabrisas o ventanas laterales delanteras que impiden o reducen el campo de visión del conductor. En los vehículos de carga la existencia y buen estado del dispositivo de protección de la carga.

- **Alumbrado y señalización.** Es uno de los capítulos más importante en la revisión de vehículos porque constituye una parte esencial para la seguridad de los pasajeros en todo momento, este hace referencia a la existencia, buen estado y funcionamiento de: las luces de carretera y de cruce, las luces de marcha atrás, las luces direccionales delanteras y traseras (color amarillo), las luces de estacionamiento, las luces de frenado (color rojo), la luz de placa trasera (color

blanco), las luces de posición delanteras (color blanco), traseras (color rojo) y laterales (color amarillo/rojo), las luces antiniebla delanteras y/o traseras, el sistema de alumbrado interior del vehículo, las luces de señalización de apertura de puertas. En el caso de vehículos como ambulancias, carros de bomberos o de policía, la presencia de luces especiales. También verifican la existencia y funcionamiento del pito y la señal acústica del vehículo en marcha atrás, así como la existencia, buen estado y ubicación de dispositivos reflectores.

- **Emisiones contaminantes.** Hacen énfasis en controlar que las emisiones de los vehículos tanto diesel como a gasolina estén dentro de los niveles máximos permitidos por la ley, además controlan la intensidad del ruido producido por estos, que de igual forma, debe estar dentro de los parámetros correspondientes.
- **Frenos.** Es el más importante de los sistemas del vehículo que se verifica durante una revisión, debido a que cualquier falla por mínima que sea, puede producir la muerte de los ocupantes del vehículo. Para este se hace la comprobación del correcto funcionamiento del freno de servicio, del freno auxiliar y del freno de estacionamiento, así como del buen estado de los elementos que los componen. El manual establece para cada tipo de freno los niveles de eficiencia mínima de frenado, el desequilibrio en el frenado entre ruedas del mismo eje; así mismo plantea la medición de los defectos en el tambor o disco de freno representados por la ovalidad o alabeo los cuales presentan también unos niveles máximos permitidos.
- **Dirección.** Su revisión es de gran importancia debido a que de este sistema depende la orientación del vehículo. El manual establece la utilización de un equipo de alineación al paso que se encarga de comprobar los ángulos de orientación de las ruedas. Igualmente contempla la inspección visual de los elementos que componen el sistema para verificar su buen estado y la ausencia de juegos y holguras excesivas en la unión de los mismos.

- **Ejes, ruedas, neumáticos y suspensión.** En este capítulo se hace importante la verificación por inspección visual de los componentes que forman los ejes, además, la clase y buen estado de los neumáticos, mirando que no existan defectos como desgaste anormal en la banda de rodadura, ampollas, deformaciones anormales o rotura que evidencien el despegue de la banda; medir la profundidad del labrado de las ranuras principales de la banda y que esta no sea inferior a la reglamentada para el tipo de vehículo a revisar, también que no hayan neumáticos de distinto tipo montados en el mismo eje. En cuanto a la suspensión mediante una inspección visual se verifica inicialmente la presencia y buen estado de los elementos que componen el sistema, además para comprobar el buen funcionamiento de este se utiliza un equipo de prueba de suspensión.
- **Motor y transmisión.** Para este capítulo, basados principalmente en una inspección visual, se verifica la ausencia de fugas de aceite en el motor, de valvulina (en caja de velocidades y transmisión), de líquido para frenos, de líquido del sistema de refrigeración y de combustible. Además se verifica el buen estado de la batería y la instalación eléctrica. En vehículos que utilizan como combustible GNC o GLP, se verifica el correcto estado del depósito, la tubería de alta y baja presión y la ausencia de fugas. Con respecto al sistema de escape, la ausencia de corrosión, grietas o perforaciones en el tubo de escape y correcta fijación al chasis y carrocería, igualmente la presencia y funcionamiento del silenciador, y la ausencia de elementos dentro del sistema que generen ruido con el paso de los gases.
- **Otros.** En este capítulo se encuentran los parámetros complementarios que deben cumplir los vehículos destinados al transporte de mercancías peligrosas (ácidos, gases inflamables, explosivos, etc.), mercancías perecederas y transporte escolar. Aquí se verifica que los documentos que autorizan el tránsito de estos vehículos estén en regla, la presencia de las señales que identifican la clase de

transporte, del elemento que transportan y las normas de seguridad al manipularlo en caso de emergencia. En el caso de los vehículos para transporte escolar se verifica que las puertas se puedan abrir tanto desde el interior como del exterior, que al encontrar resistencia no se cierren por completo o se abran automáticamente previendo la situación en que algún pasajero pueda quedar atrapado en ellas; que existan cinturones de seguridad en los asientos que no estén protegidos por el respaldo de otro asiento o aquellos enfrentados a pasillos; que el piso del vehículo y los escalones tengan una superficie antideslizante.

En la segunda sección el manual establece el procedimiento y los puntos a revisar en los vehículos de dos y tres ruedas y cuadríciclos. Se encuentra conformada de forma similar a la anterior con la aclaración que algunos puntos a revisar no son considerados por las características propias de esta clase de vehículos. Tal es el caso de la verificación de la alineación de la dirección que solo se debe hacer a los vehículos que posean dos ruedas en el mismo eje, como por ejemplo los cuadríciclos.

En la tercera y última sección al igual que las anteriores, el manual instaura el procedimiento y los puntos a revisar en los vehículos agrícolas teniendo en cuenta sus características propias.

1.1.2 Norma técnico-mecánica de Perú. Perú es uno de los pocos países de Latinoamérica que cuenta con una legislación para revisión técnico-mecánica de vehículos conocida como “Reglamento Nacional de Vehículos”, la cual empezó a regir en el segundo semestre del año 2003.

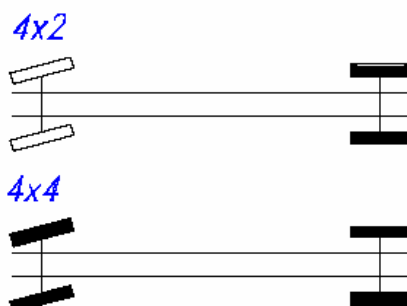
Es uno de los más completos reglamentos que se encuentran respecto a este tema, ya que cubre todo lo relacionado con los vehículos desde los requisitos mínimos que debe cumplir para obtener la autorización para ser comercializados por parte de los ensambladores o importadores y poder así transitar por las

carreteras del país, pasando por los requisitos técnicos vehiculares que deben cumplir en el momento de la revisión, hasta establecer los parámetros bajo los cuales se le permite a una persona natural o jurídica obtener una concesión para operar una planta de revisión técnica.

En cuanto a los requisitos técnicos vehiculares este reglamento al igual que el manual español, establece una clasificación para los vehículos dividiéndolos en categorías dependiendo de las características de cada uno de ellos. Establece los requisitos generales que deben cumplir todos los vehículos y aparte menciona de acuerdo a la categoría, algunos adicionales y otros de acuerdo al tipo de servicio como es el caso de transporte de mercancías peligrosas, transporte escolar, transporte de líquidos, transporte y recolección de residuos sólidos, transporte de derivados del petróleo y los vehículos de organismos de emergencia y socorro.

Una sección importante de este reglamento es el anexo III, que trata de los requisitos técnicos vehiculares que deben cumplir cada una de las diferentes clases de vehículos en el momento de la revisión, donde sobresale la clasificación de la fórmula rodante, que es una nomenclatura para identificar la cantidad de puntos de apoyo de un vehículo, con relación a los puntos de tracción y/o dirección del mismo (figura 2).

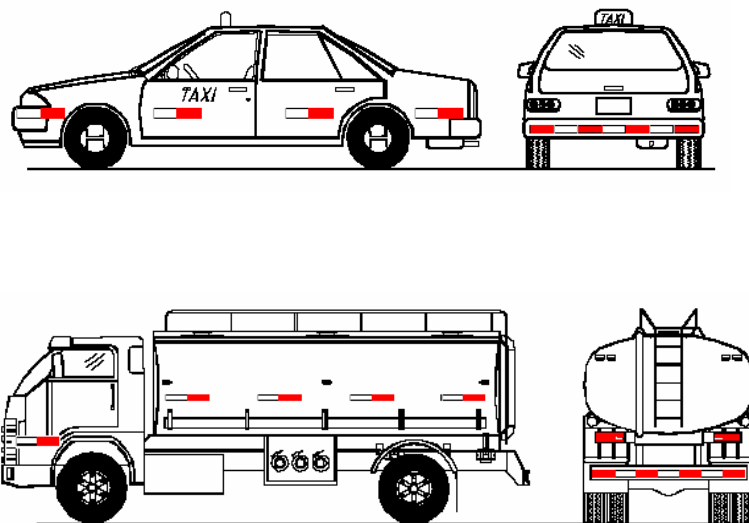
Figura 2. Ejemplo de fórmula rodante.



Fuente. Reglamento nacional de vehículos, Perú.

También reglamenta la instalación de láminas retroreflectivas en los vehículos pesados y livianos de servicio público para permitir la determinación del ancho y largo total de los mismos, como se puede ver en la figura siguiente.

Figura 3. Láminas retroreflectivas.

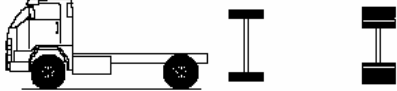
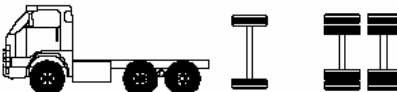


Fuente. Reglamento nacional de vehículos, Perú.

Además, se encuentra que los vehículos pesados utilizados en el transporte de carga deben contar con defensas laterales las cuales evitan que vehículos pequeños queden aprisionados debajo de ellos en el momento de una colisión, (ver figura 1).

Otro anexo importante es el IV, que trata sobre los pesos y medidas de los vehículos pesados tanto de transporte de pasajeros como de carga; en una tabla explica detalladamente con figuras la clase de vehículo, su longitud máxima, el peso máximo por eje y el peso total del mismo incluyendo la carga (figura 4).

Figura 4. Sección de la tabla de pesos y medidas para vehículos pesados de carga y pasajeros.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1º	2º	3º		4º	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	

Fuente. Reglamento nacional de vehículos, Perú.

1.1.3 Norma técnico-mecánica de Ciudad de Quito, Ecuador. Ecuador y en especial su capital, cuenta también con un documento dirigido a establecer las bases de funcionamiento de los Centros de Revisión y Control Vehicular, CRCV. Este documento se concentra principalmente en los requisitos tanto económicos como de infraestructura que deben poseer las personas o empresas que quieran operar un CRCV, por ejemplo, deben sustentar su capacidad económica para construir y mantener en funcionamiento el centro, establece parámetros mínimos que deben cumplir los equipos que van a realizar las pruebas a los vehículos, entre otros.

Este documento cuenta con un anexo que menciona los sistemas a revisar en los vehículos clasificados en livianos, pesados y motocicletas, como el sistema de frenos, la suspensión, la dirección, las luces, etc. También se encuentra un anexo que define los criterios y límites dentro de los cuales deben estar funcionando dichos sistemas, lo que permite establecer si se encuentran en buen o mal estado.

Por este motivo, aunque el documento no se define como una norma técnico-mecánica se podría asumir de esta forma, ya que los CRCV deben revisar los vehículos basados en estos criterios y entregar su concepto acerca del estado de los mismos, lo cual permite mantener la vigilancia y control de los sistemas mecánicos y de emisión de gases contaminantes de los vehículos, garantizando al final la seguridad durante su tránsito por las carreteras y la conservación del medio ambiente.

En América Latina especialmente en Brasil, Argentina y Uruguay, se ha querido implantar una legislación que regule la revisión técnico-mecánica de vehículos, pero debido a los intereses económicos de distintos grupos no se ha podido llegar a un acuerdo en esta materia por lo que no se ha logrado instaurar un reglamento para tal fin. Perú y Chile son los únicos países de la región donde ya se consiguió implantar un sistema de inspección de vehículos uniforme y de elevada calidad.

1.1.4 Norma técnico-mecánica de Colombia. En Colombia recientemente se aprobó la Resolución 3500 del 21 de noviembre de 2005, en la cual se establecen las condiciones mínimas a cumplir por los Centros de Diagnóstico Automotor (CDA), para la realización de la revisión técnico-mecánica y de gases. En ella se establecen los requisitos que deben cumplir las empresas públicas o privadas que quieran operar o constituir un CDA. Dichos requisitos mínimos en cuanto a la instalación, prueba, personal y equipos que debe acreditar un CDA para iniciar y mantenerse en funcionamiento están estipulados en las Especificaciones Normativas Disponibles END 36 y END 37 del ICONTEC.

En la END 36 se definen los parámetros de infraestructura que debe poseer un CDA como por ejemplo la disposición del área administrativa, las dimensiones de las pistas, etc.; también los equipos e instrumentos necesarios para la realización de las pruebas y sus características técnicas, así mismo las características del

software que integre todos los equipos instalados en el CDA. Por último establece la necesidad de implementar un sistema de gestión de la calidad que incorpore los procedimientos de revisión, la calidad del personal, el manejo de la información, la atención a los usuarios entre otros, esto para hacer más eficiente el proceso de revisión y el funcionamiento del Centro.

En la END 37 se establecen los parámetros de revisión técnico-mecánica para las distintas clases de vehículos. Estos parámetros contemplan todos los sistemas importantes del vehículo señalados en la Ley 769 de 2002. Además define el esquema de evaluación donde se clasifican los defectos según el riesgo que representen para la seguridad de sus ocupantes, peatones u otros vehículos, y la incidencia de estos defectos en la aprobación o no de la revisión.

La Resolución 3500 surge de la necesidad de tener una norma relacionada con la inspección técnico-mecánica y ambiental de vehículos para dar cumplimiento a la Ley antes mencionada. Sus Especificaciones Normativas Disponibles END 36 y END 37 son una respuesta rápida a esta necesidad que continúan en un proceso de revisión y complementación hasta convertirse en NTC. Es por esto que hasta no ponerse en práctica por los CDA no se conocerán las correcciones que se deban hacer para ajustarla y convertirla en un instrumento eficaz en la reducción de la accidentalidad.

A continuación, se nombran algunas fallas encontradas en esta norma y en el anexo F, se encuentra una tabla comparativa de las normas antes mencionadas.

- Contemplan la utilización de sistemas de levante tipo rampa para la inspección visual, el cual es poco recomendable para un proceso de revisión en línea.

- También contemplan la opción de usar frenómetros de placas, que por sus características son susceptibles de generar errores en la toma de datos.
- Plantean el montaje de líneas mixtas, es decir, con capacidad de revisar tanto vehículos livianos como pesados, con la instalación de un banco de prueba para suspensión de vehículos livianos, el cual tiene una capacidad máxima a medir de 1000 Kg por rueda. Sabiendo que el peso de los vehículos pesados supera en gran medida este valor, es fácil concluir que este equipo se dañaría en un tiempo muy corto.
- No tienen en cuenta los vehículos de uso especial como ambulancias, carros de bomberos, transporte de mercancías peligrosas, entre otros, los cuales por sus características deben tener unos parámetros de inspección especiales adicionales.
- En la elaboración de la norma se basaron principalmente en el manual de procedimiento de inspección de vehículos de España del año 2001, hubiera sido más apropiado que hubieran tenido en cuenta otros documentos de este tipo como el de Perú que es bastante completo, entre otros. Esto permitiría tener un conocimiento más amplio sobre los parámetros evaluados y su forma de hacerlo, con el fin de escoger los más convenientes de acuerdo a las características propias del país.

Cabe destacar el esquema de evaluación propuesto en esta norma en el que se establecen dos clases de defectos, tipo A (graves) y tipo B (leves). Este esquema es estricto ya que no permite la presencia de ningún defecto tipo A y establece un número máximo de defectos tipo B que puede presentar el vehículo de acuerdo a la clase de servicio que presta (público o particular). También incluye una tabla donde establece la cantidad mínima de defectos tipo B de acuerdo al grupo o sistema del vehículo que generan la no aprobación de la revisión.

1.2 NORMATIVIDAD AMBIENTAL

A continuación se presentan las normas de emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles que rigen en la Unión Europea y en Estados Unidos para ver en que nivel de exigencia se encuentra Colombia en comparación con ellos.

1.2.1 Normas de la Unión Europea sobre emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles. En la Unión Europea se preocupan en gran medida por controlar la contaminación producida por los vehículos, por tal motivo están constantemente investigando y actualizando las normas relacionadas con el tema. Las normas son emitidas por el Parlamento Europeo y el Consejo, y se conocen como Directivas que son de estricto cumplimiento por los países miembros de la Comunidad.

La directiva que trata sobre los valores límite de emisión de contaminantes por vehículos livianos con motores a gasolina y diesel se denomina Directiva 98/69/CE, esta directiva también establece los métodos de medición de dichos contaminantes los cuales se realizan bajo prueba dinámica; dichos niveles se muestran en la tabla 1, y son los que deben cumplir todos los vehículos nuevos para que les permitan el tránsito por las carreteras europeas.

La tabla contempla dos etapas de aplicación, una que inició en el año 2000 y se conoció como EURO III, y la segunda que inició en el año 2005 actualmente en vigencia, conocida con el nombre de EURO IV.

Tabla 1. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos livianos en la Unión Europea.

		Masa de referencia (RW en Kg)	Valores Límite									
			Monóxido de Carbono (CO)		Hidrocarburos (HC)		Óxidos de Nitrógeno (NO _x)		Combinación de los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno (HC + NO _x)		Material Particulado ¹ (PM)	
			(g/km)		(g/km)		(g/km)		(g/km)		(g/km)	
Categoría	Clase		Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Diesel	
A (2000)*	M ²	-	Todas	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05
	N ₁ ³	I	RW ≤ 1305	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05
		II	1305 < RW ≤ 1760	4,17	0,80	0,25	-	0,18	0,65	-	0,72	0,07
		III	1760 < RW	5,22	0,95	0,29	-	0,21	0,78	-	0,86	0,10
B (2005)**	M ²	-	Todas	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025
	N ₁ ³	I	RW ≤ 1305	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025
		II	1305 < RW ≤ 1760	1,81	0,63	0,13	-	0,10	0,33	-	0,39	0,04
		III	1760 < RW	2,27	0,74	0,16	-	0,11	0,39	-	0,46	0,06

* Fecha en que empezaron a regir estos valores en su primera fase (denominada también EURO III).

** Fecha en que empezaron a regir estos valores en su segunda fase (denominada también EURO IV).

¹ Para motores diesel (ACPM).

² Salvo los motores cuya masa máxima sobrepase 2.500 kg.

³ Y los vehículos de la categoría M especificados en la nota 2.

Fuente: Directiva 98/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 1998.

En cuanto a los vehículos pesados la Unión Europea estableció los valores límite máximos que deben cumplir estos en la Directiva 1999/96/CE. Esta misma directiva también contiene los métodos de ensayo en prueba dinámica utilizados para determinar dichos valores. Todo vehículo pesado nuevo que se desee comercializar o poner en servicio por su fabricante, debe cumplir con esta norma, la cual cubre los vehículos accionados por motores que utilizan como combustible el diesel y los llamados combustibles limpios como el gas natural (GNC) y el gas licuado del petróleo (GLP).

En las tablas 2 y 3 se encuentran los límites máximos que deben cumplir esta clase de vehículos. Las tablas están divididas en tres etapas de aplicación: la primera llamada etapa A que entró en vigencia en el año 2000, la segunda llamada etapa B₁ que entró a regir en el año 2005 y es la que se encuentra vigente actualmente y por último la etapa B₂ que empezará a aplicarse a partir del año 2008. Se encuentra una sección especial denominada C, cuyos valores son de estricto cumplimiento para los llamados vehículos ecológicos mejorados (VEM).

Tabla 2. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados en la Unión Europea. Pruebas ESC y ELR.

Fila	Masa de monóxido de carbono (CO) g/kw-h	Masa de hidrocarburos (HC) g/kw-h	Masa de óxidos de nitrógeno (NO _x) g/kw-h	Masa de partículas (PM) g/kw-h	Humos (opacidad) m ⁻¹
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13*	0,8
B ₁ (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B ₂ (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
C (VEM)	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

* Para motores con una cilindrada unitaria inferior a 750 cm³ y un régimen de potencia nominal superior a 3000 rpm.

Fuente: Directiva 1999/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 1999.

Tabla 3. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados en la Unión Europea. Prueba ETC.

Fila	Masa de monóxido de carbono (CO) g/kw-h	Masa de hidrocarburos no metánicos (NMHC) ¹ g/kw-h	Masa de metano (CH ₄) ² g/kw-h	Masa de óxidos de nitrógeno (NO _x) g/kw-h	Masa de partículas (PM) ³ g/kw-h
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽⁴⁾
B ₁ (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
B ₂ (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03
C (VEM)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02

¹ NMHC: Hidrocarburos no metánicos.

² Para motores de GNC exclusivamente.

³ No aplicable a los motores de gas en la fase A y en las fases B₁ y B₂.

⁴ Para motores con una cilindrada unitaria inferior a 750 cm³ y un régimen de potencia nominal superior a 3000 rpm.

Fuente: Directiva 1999/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 1999.

Con respecto a los vehículos de dos ruedas, tres ruedas y cuatriciclos, la Unión Europea estableció los valores límite máximos a cumplir por esta clase de vehículos en la Directiva 2002/51/CE. Esta directiva va dirigida a todos los vehículos nuevos y el incumplimiento de la misma los inhabilita para circular por las carreteras de la Unión.

La tabla 4 muestra los valores que deben cumplir esta clase de vehículos; está dividida en tres secciones: la primera contempla los vehículos de dos ruedas con dos fases de cumplimiento, una que inició en el año 2003, y otra que empezó a regir en el año 2006. La segunda sección corresponde a los vehículos de tres ruedas y cuatriciclos con motor de encendido por chispa y la tercera a la misma clase de vehículos pero con motor de encendido por compresión; para estas dos últimas, los niveles empezaron a regir en el año 2003 y continúan vigentes.

Tabla 4. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para motocicletas en la Unión Europea.

	Categoría	Monóxido de Carbono (CO)	Hidrocarburos (HC)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
		(g/km)	(g/km)	(g/km)
Valores límite para las motocicletas (dos ruedas) para fines de homologación				
A (2003)*	I (< 150 cc)	5,5	1,2	0,3
	II (≥ 150 cc)	5,5	1,0	0,3
B (2006)**	I (< 150 cc)	2,0	0,8	0,15
	II (≥ 150 cc)	2,0	0,3	0,15
Valores límite para los vehículos de tres ruedas y cuatriciclos para fines de homologación (motor de encendido por chispa)				
A (2003)*	Todos	7,0	1,5	0,4
Valores límite para los vehículos de tres ruedas y cuatriciclos para fines de homologación (motor de encendido por compresión)				
A (2003)*	Todos	2,0	1,0	0,65

* Fecha en que empezaron a regir estos valores en su primera fase.

** Fecha en que empezaron a regir estos valores en su segunda fase.

Fuente: Directiva 2002/51/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de julio de 2002.

1.2.2 Normas de Estados Unidos sobre emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles. En este país la institución que se preocupa y se encarga de emitir las normas relacionadas con el tema es la EPA (Agencia de Protección Ambiental), basándose en estudios de impacto ambiental realizados a lo largo de muchos años de investigación.

Para los vehículos livianos los niveles máximos permitidos que actualmente rigen en Estados Unidos se encuentran resumidos en la tabla 5. Esta tabla los clasifica según el peso del vehículo, pero lo más importante es que establece dos periodos de aplicación uno hasta los 5 años u 80.000 km y el otro de 10 años o 160.000 km, esto quiere decir que un vehículo dentro del primer periodo debe cumplir con unos niveles más estrictos y en el segundo, dichos niveles son un poco más flexibles porque tienen en cuenta el desgaste producido por su funcionamiento.

En cuanto a los vehículos pesados la EPA establece los niveles máximos de emisión de contaminantes dependiendo del año modelo del vehículo. En la tabla 6 se encuentran estos niveles de acuerdo al tipo de servicio, es decir, si es un vehículo de transporte de carga o de transporte de pasajeros; cabe anotar que dentro de esta clase de vehículos se encuentran aquellos cuyo peso vehicular es mayor a 3.860 kg.

Estos niveles están definidos para motores diesel únicamente y son los que actualmente se encuentran vigentes, sin embargo, para los vehículos pesados modelo 2004 y posteriores se reglamentó la medición adicional de los contaminantes NMHC+NO_x y NMHC, en niveles de 2,4 g/bhp-h del primero sin presencia del segundo o 2,5 g/bhp-h del primero y 0,5 g/bhp-h del segundo. Para el año 2007 se espera que los nuevos vehículos cumplan unos niveles más exigentes que serían de 0,01 g/bhp-h para PM, 0,20 g/bhp-h para NO_x y de 0,14 g/bhp-h para NMHC¹.

¹ Documentos EPA420-F-97-014 de 1997 y EPA420-F-02-048 de 2002.

Tabla 5. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos livianos según EPA (unidades en g/km).

Clase	Peso Vehicular kg	5 años / 80.000 km						10 años / 160.000 km					
		HC	NMHC	CO	NOx diesel	NOx gasolina	PM	HC	NMHC	CO	NOx diesel	NOx gasolina	PM
Carro de pasajeros	< 3.860	0,25	0,16	2,11	0,62	0,25	0,05	-	0,19	2,6	0,78	0,37	0,06
Camionetas	< 1.705	-	0,16	2,11	0,62	0,25	0,05	0,50	0,19	2,6	0,78	0,37	0,06
	> 1.705 < 3.860	-	0,20	2,73	-	0,43	0,05	0,50	0,25	3,41	0,60	0,60	0,06
Camionetas semipesadas	< 2.610	0,20	-	2,73	-	0,43	-	0,50	0,29	3,97	0,61	0,61	0,06
	> 2.610 < 3.860	0,24	-	3,10	-	0,68	-	0,50	0,35	4,53	0,95	0,95	0,07

Fuente: EPA, documento EPA420-B-00-001 de febrero de 2000.

Tabla 6. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados con motor diesel según EPA (unidades en g/bhp-h).

Modelo	HC	CO	NO_x	PM
Vehículos de transporte de carga				
1988 y anteriores	1,3	15,5	10,7	0,60
1990	1,3	15,5	6,0	0,60
1991	1,3	15,5	5,0	0,25
1994	1,3	15,5	5,0	0,10
1998 y posteriores	1,3	15,5	4,0	0,10
Vehículos de transporte de pasajeros				
1991 y anteriores	1,3	15,5	5,0	0,25
1993	1,3	15,5	5,0	0,10
1994	1,3	15,5	5,0	0,07
1996	1,3	15,5	5,0	0,07
1998 y posteriores	1,3	15,5	4,0	0,07

Fuente: EPA, documento EPA420-F-97-014 de septiembre de 1997.

De igual manera, los valores límite que deben cumplir los vehículos pesados con motor de encendido por chispa dependiendo de su modelo se muestran en la tabla 7. A partir del año 2004 la EPA también reglamentó la medición adicional de los contaminantes NMHC+NO_x y NMHC bajo los mismos parámetros establecidos para los motores diesel.

Tabla 7. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para vehículos pesados con motor de encendido por chispa según EPA (unidades en g/bhp-h).

Modelo	Peso vehicular (kg)	HC	CO	NO_x
1990 y anteriores	≤ 6.360	1,1	14,4	6,0
	> 6.360	1,9	37,1	6,0
1991 - 1997	≤ 6.360	1,1	14,4	5,0
	> 6.360	1,9	37,1	5,0
1998 y posteriores	≤ 6.360	1,1	14,4	4,0
	> 6.360	1,9	37,1	4,0

Fuente: EPA, documento EPA420-F-97-014 de septiembre de 1997.

Para las clases de vehículos mencionadas anteriormente la EPA definió los niveles máximos de emisión basándose en el Procedimiento de Prueba Federal (FTP, Federal Test Procedure), el cual se realiza bajo prueba dinámica.

Con respecto a los niveles de emisión de contaminantes provenientes de las motocicletas, la EPA contempló hasta el año 2005 los siguientes límites máximos: 5,0 g/km para los HC y 12,0 g/km para el CO, esto aplicable a todos los tipos de motocicletas. Sin embargo, actualmente están rigiendo los valores que se muestran en la tabla 8, los cuales dependen de la cilindrada del motor de la motocicleta. Cabe anotar que en dicha tabla no se estable diferencia alguna entre los motores de dos tiempos y los de cuatro tiempos, parámetro que las normas europeas si tienen en cuenta.

Tabla 8. Límites máximos permitidos de emisión de contaminantes para motocicletas según la EPA.

Clase	Cilindrada del motor (cm ³)	Fecha de implementación	HC g/km	HC + NO _x g/km	CO g/km
Clase I	Menor a 170	2006	1,0	-	12,0
Clase II	170 – 279	2006	1,0	-	12,0
Clase III	Arriba de 280	2006	-	1,4	12,0
		2010	-	0,8	12,0

Fuente: EPA, documento EPA420-F-03-044 de diciembre de 2003.

1.2.3 Normas colombianas sobre emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles. En Colombia con la aprobación del Decreto 948 del 5 de junio de 1995 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial empiezan a sentarse las bases de una normatividad ambiental en cuanto a la protección y calidad del aire se refiere, y en el caso de las fuentes móviles en los capítulos IV y VIII de este Decreto se toman las primeras medidas para controlar la contaminación generada por ellas.

Pero es tan solo en la resolución 005 del 9 de enero de 1996 expedida conjuntamente por los Ministerios de Transporte y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que aparecen los primeros parámetros de emisión de contaminantes bajo los cuales deben regirse las fuentes móviles. Finalmente, en la Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999 se establecen los valores límite, medidos en condiciones de prueba dinámica, que debe cumplir cualquier vehículo nuevo que sea ensamblado o importado al país si quiere obtener el permiso para transitar o circular por el territorio nacional. Dichos parámetros empezaron a regir a partir del año 2001.

En esta resolución se adoptaron los parámetros que regían a la fecha en Estados Unidos y en la Unión Europea con el fin de que los vehículos cumplan con cualquiera de las dos reglamentaciones de acuerdo a su región de origen. En las tablas 9 y 10 se pueden observar los niveles permitidos según esa resolución para vehículos con motor a gasolina, y en las tablas 11 y 12 los niveles permitidos para los vehículos con motor diesel.

Tabla 9. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles a gasolina a partir del año 2001, ciclos americanos.

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	PESO BRUTO VEHICULAR, PBV (kg)	PESO VEHICULAR CON CARGA, PVC (kg)	EMISIONES PERMISIBLES		
			CO	HC	NO _x
CICLO FTP – 75			g/km		
LIVIANO	Todos	Todos	2,10	0,25	0,62
MEDIANO	≤ 3860	≤ 1700	6,25	0,50	0,75
		1700 < PVC ≤ 3860	6,25	0,50	1,06
CICLO TRANSITORIO DE SERVICIO PESADO			g/bhp-h		
PESADO	1700 < PBV ≤ 3860	Todos	14,4	1,1	5,0
	> 3860	Todos	37,1	1,9	5,0

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Tabla 10. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles a gasolina a partir del año 2001, ciclos europeos.

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	PESO BRUTO VEHICULAR (kg)	PESO DE REFERENCIA (kg)	EMISIONES PERMISIBLES	
			CO	HC + NO _x
CICLO ECE 15 + EUDC			g/km	
M	≤ 3500	Todos	2,72	0,97
M1, N1		≤ 1250	2,72	0,97
		1250 < X ≤ 1700	5,17	1,40
		> 1700	6,90	1,70

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Tabla 11. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles con motor diesel a partir del año modelo 2001, ciclos americanos.

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	PESO BRUTO VEHICULAR (kg)	PESO VEHICULAR CON CARGA, PVC (kg)	EMISIONES PERMISIBLES			
			CO	HC	NO _x	PM
CICLO FTP - 75			g/km			
LIVIANO	Todos	Todos	2,10	0,25	0,62	0,12
MEDIANO	≤ 3860	≤ 1700	6,25	0,50	0,75	0,16
		1700 < PVC ≤ 3860	6,25	0,50	1,10	0,28
CICLO TRANSITORIO DE SERVICIO PESADO			g/php-h			
PESADO	> 3860	Todos	15,5	1,3	5,0	0,10

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Tabla 12. Niveles máximos permitidos de emisión de contaminantes para fuentes móviles con motor diesel a partir del año modelo 2001, ciclos europeos.

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	PESO BRUTO VEHICULAR (kg)	PESO DE REFERENCIA (kg)	EMISIONES PERMISIBLES			
			CO	HC + NO _x	PM	
CICLO ECE 15 + EUDC			g/km			
M	≤ 3500	Todos	2,72	0,97	0,14	
M1, N1		≤ 1250	2,72	0,97	0,14	
		1250 < X ≤ 1700	5,17	1,40	0,19	
		> 1700	6,9	1,70	0,25	
CICLO ECE 13 – R49			g/kw-h			
			CO	HC	NO_x	PM
N2, N3, M2, M3	> 3500	Todos	4,0	1,1	7,0	0,15

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

1.2.4 Comparación entre las normas colombianas y las normas de la Unión Europea y los Estados Unidos. Basados en las normas antes vistas, se procede a realizar una comparación entre estas para ver en que nivel de exigencia se encuentra la legislación colombiana, respecto a la de países con un alto grado de desarrollo y de conciencia ambiental.

En la tabla 13 se muestran los límites máximos permitidos vigentes en la Unión europea y en Colombia de algunos contaminantes, generados por vehículos livianos con motores tanto a gasolina como diesel, esto con el propósito de facilitar la comparación entre ambas normas.

Tabla 13. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos livianos entre la Unión Europea y Colombia.

País	Contaminante (g/km)				
	HC	CO	NO _x	HC+NO _x	PM**
Unión Europea	0,10	1,0* o 0,5**	0,08* o 0,25**	0,30**	0,025
Colombia	-	2,72	-	0,97	0,14

* Para motores a gasolina

** Para motores diesel

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Directiva 98/69/CE de diciembre de 1998.

De la tabla anterior se puede decir que la norma colombiana es bastante flexible en comparación con la europea, por ejemplo, si se observa el límite de PM en Europa es de 0,025 g/km mientras que en Colombia el valor para este contaminante es casi seis veces mayor. Además la norma colombiana no contempla valores límite específicos para contaminantes como el HC y el NO_x, aunque establece un valor para la mezcla de los mismos, este es un poco más de dos veces el valor europeo.

De la misma forma la tabla 14 presenta una comparación entre la norma americana y la colombiana en relación a la emisión de contaminantes por vehículos livianos.

Tabla 14. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos livianos entre Estados Unidos y Colombia.

País	Contaminante (g/km)			
	HC	CO	NO _x	PM**
Estados Unidos	0,25	2,11	0,25* o 0,62**	0,05
Colombia	0,25	2,10	0,62	0,12

Para la legislación norteamericana sólo se muestran los límites de los primeros 5 años u 80.000 km.

* Para motores a gasolina

** Para motores diesel

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y documento EPA420-B-00-001 de febrero de 2000.

Esta tabla muestra que la norma colombiana tiene valores muy similares a la norma americana en cuanto a HC, CO y NO_x se refiere; sin embargo, con respecto al PM se puede apreciar que Colombia permite un valor mayor al 100% que el establecido por la EPA.

Pasando a los vehículos pesados, en la tabla 15 se presentan los valores límite establecidos por la Unión Europea y Colombia para la emisión de contaminantes provenientes de motores diesel, con el fin de facilitar su respectiva comparación.

Tabla 15. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos pesados entre la Unión Europea y Colombia.

País	Contaminante (g/kw-h)			
	HC	CO	NO _x	PM
Unión Europea	0,46	1,5	3,5	0,02
Colombia	1,10	4,0	7,0	0,15

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Directiva 1999/96/CE del 13 de diciembre de 1999.

Al observar la tabla se deduce claramente que la norma colombiana es bastante permisible con respecto a la europea, para los contaminantes HC, CO y NO_x sus valores son como mínimo el doble, y para el PM el valor es aproximadamente siete veces mayor.

La tabla 16 presenta la comparación entre los valores límite de algunos contaminantes reglamentados por la EPA y la norma colombiana, para los vehículos pesados con motor de encendido por chispa y motor diesel.

Tabla 16. Comparación de los límites máximos de emisión de algunos contaminantes para vehículos pesados entre Estados Unidos y Colombia.

País	Contaminante (g/kw-h)			
	HC	CO	NO _x	PM**
Estados Unidos	1,9* o 1,3**	37,1* o 15,5**	4,0	0,07
Colombia	1,9* o 1,3**	37,1* o 15,5**	5,0	0,10

* Para vehículos con motor de encendido por chispa

** Para vehículos con motor diesel

Fuente: Resolución 1048 del 6 de diciembre de 1999, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y documento EPA420-F-97-014 de septiembre de 1997.

La tabla muestra que los valores de ambas normas son los mismos para HC y CO, y en cuanto al NO_x y el PM su diferencia es muy poca.

Finalmente, la legislación colombiana no cuenta con una norma que reglamente los valores límite de emisión de contaminantes provenientes de las motocicletas para autorizar su comercialización y tránsito, caso contrario ocurre con la Unión Europea y los Estados Unidos que desde hace varios años cuentan con dichas normas.

Como se puede ver en la tabla 17 extraída de un informe de la EPA, la necesidad de tener una norma que regule la emisión de gases contaminantes provenientes de los motores de las motocicletas, se fundamenta en que estas pueden llegar a ser más contaminantes que un vehículo liviano. La implementación en Colombia de dicha norma ayudaría a disminuir la contaminación producida por esta clase de vehículos y por consiguiente a mejorar la calidad del aire.

Tabla 17. Comparación de emisiones de hidrocarburos entre vehículos livianos y motocicletas.

Vehículos modelo 2002	Automóviles y camionetas			Motocicletas		
	Ford Expedition 4WD	Dodge Durango 4WD	Subaru Forester 4WD	Yamaha YZF-R6	Honda VTX1800C	BMW R1200C
Emisiones de HC (g/km)	0,093	0,045	0,03	2,6	0,3	0,6

Fuente: Documento EPA420-F-03-045 de diciembre de 2003.

Si bien no existe una gran diferencia entre los valores límite de la norma americana y la colombiana, no quiere decir que la EPA no esté interesada en disminuir estos valores, lo que sucede es que han venido implementando planes especiales para ayudar a la descontaminación como el programa nacional de vehículos de baja emisión (National Low Emission Vehicle Program, NLEV) y el programa de vehículos con combustibles limpios (Clean Fueled Vehicle Program, CFV), que se enfocan en incentivar a los fabricantes a producir vehículos que emitan al ambiente una muy baja cantidad de contaminantes utilizando combustibles limpios, como el metanol, el GNC, el GLP, etc. En cuanto al diesel

esperan disminuir el contenido de azufre de 500 ppm a 15 ppm para finales del año 2006.

La razón por la cual se presenta una notable diferencia entre los valores de las normas europeas con respecto a la colombiana se debe a que éstas aunque son de finales de los años noventa, establecieron etapas de aplicación de las mismas a determinados años, reduciendo los valores límite cada vez más, por lo que actualmente son consideradas muy exigentes.

1.2.5 Norma colombiana sobre niveles máximos de ruido generado por fuentes móviles. Se debe tener en cuenta que la contaminación ambiental por fuentes móviles no solo es producida por la emisión de gases y partículas, sino también por la generación de ruido de las mismas.

Las autoridades ambientales colombianas continúan rigiéndose por la Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983, emanada del Ministerio de Protección Social, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición, cuyos artículos 36 a 40 son los que contienen las principales disposiciones acerca del ruido generado por fuentes móviles; de ellos se destaca el artículo 36 que establece los límites máximos permisibles de ruido para este tipo de fuentes los cuales se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Niveles máximos permisibles de ruido para fuentes móviles.

Tipo de vehículo	Nivel sonoro dB (A)
Menos de 2 toneladas	83
De 2 a 5 toneladas	85
Más de 5 toneladas	92
Motocicletas	86

Fuente: Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 del Ministerio de Protección Social.

Para tener una noción acerca de que tan exigente es esta norma, a continuación en la tabla 19, se presentan los valores límite que contempla la Unión Europea en su legislación para regular los niveles de ruido producido por esta clase de fuentes. Estos datos se tomaron de un informe realizado por una comisión especial que se encargó de evaluar las medidas comunitarias vigentes en relación con las fuentes de ruido ambiental, esto con el propósito de conocer su estado y adoptar medidas adicionales para reducir aún más dichos niveles.

Al observar los niveles máximos permitidos por la Unión Europea se nota claramente que son más exigentes que los niveles de la norma colombiana, es así como para el caso de los vehículos pesados, permiten un nivel máximo de ruido de 80 dB(A), mientras que en Colombia este nivel está en 92 dB(A). Con respecto a las motocicletas en Europa se adoptan niveles de acuerdo a la cilindrada del motor, como por ejemplo para aquellas cuyo motor presenta una cilindrada entre 80 y 175 cm³, su límite de emisión de ruido es de 77 dB(A); en Colombia no hacen ninguna discriminación al respecto y para cualquier tipo de ellas su valor límite es de 86 dB(A).

La razón por la cual se presenta una notable diferencia entre las dos normas es el hecho de que la colombiana tiene más de veinte años sin hacerle ninguna modificación, por el contrario en Europa se preocupan por actualizar constantemente sus normas basándose claro está, en estudios relacionados con el tema.

Tabla 19. Valores límite de generación de ruido producido por fuentes móviles en la Unión Europea.

Tipo de Vehículo	Valor límite (dB(A))
Vehículos destinados al transporte de personas y con nueve asientos como máximo incluido el asiento del conductor	74
Vehículos destinados al transporte de personas con más de nueve asientos incluido el asiento del conductor, y vehículos destinados al transporte de mercancías:	
- con una masa máxima autorizada que no supere las dos toneladas	76
- con una masa máxima autorizada de entre 2 y 3,5 toneladas	77
Vehículos destinados al transporte de personas, con más de nueve asientos incluido el asiento del conductor, una masa máxima autorizada de más de 3,5 toneladas y:	
- una potencia del motor inferior a 150 kW	78
- una potencia del motor de 150 kW o más	80
Vehículos destinados al transporte de mercancías, con una masa máxima autorizada superior a 3,5 toneladas y:	
- potencia del motor inferior a 75 kW	77
- potencia del motor de 75 kW hasta 150 kW	78
- potencia del motor de 150 kW o más	80
Vehículos de motor de dos ruedas – ciclomotores (velocidad)	
≤ 25 km/h	66
> 25 km/h	71
Ciclomotores de tres ruedas	76
Motocicletas (capacidad del motor)	
≤ 80 cm ³	75
80 -175 cm ³	77
> 175 cm ³	80
Motocicletas de tres ruedas	80

Fuente: COM(2004) 160 final, Informe de la Comisión de las Comunidades Europeas al Parlamento Europeo y al Consejo, de 10 de marzo de 2004.

2. IMPACTO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN DE FUENTES MÓVILES

La contaminación ambiental producida por las fuentes móviles es un tema muy importante a tratar ya que toca directamente el bienestar de todas las personas, ésta se debe a la alta emisión de gases contaminantes a la atmósfera por parte de los vehículos livianos (automóviles) y pesados (de carga y transporte de pasajeros). Los principales gases contaminantes que se monitorean actualmente son:

- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
- Ozono (O₃)
- Material Particulado (PTS, PM₁₀ y PM_{2,5})
- Dióxido de Azufre (SO₂)

2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES

A continuación se da una breve explicación de cada uno de los contaminantes con el fin de conocer como se originan y que efectos producen en la salud, esto proporciona una idea de la importancia de controlar su presencia en el medio ambiente en que vivimos.

2.1.6 Monóxido de Carbono (CO). El monóxido de carbono es un contaminante primario (emitido directamente por las fuentes) y es bastante estable en la atmósfera, por lo cual no reacciona con otros compuestos. No presenta color, sabor ni olor; es ligeramente menos denso que el aire, constituido por un átomo de carbono y uno de oxígeno en su estructura molecular. En condiciones normales no ocasiona ningún daño, sin embargo, en concentraciones altas, afecta seriamente el sistema respiratorio. Su peligro es mayor en aquellas personas que

padecen enfermedades cardiovasculares, angina de pecho o enfermedad vascular periférica; concentraciones elevadas de CO en un área cerrada, pueden causar la muerte por insuficiencia cardíaca o sofocación.

2.1.7 Óxidos de Nitrógeno (NO_x). Más del 90% de los óxidos de nitrógeno son producidos por el consumo de combustibles. Aún cuando el nitrógeno forma ocho óxidos diferentes, el interés se centra en los óxidos más comunes: el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). El NO₂ es un agente sumamente oxidante, soluble en agua, de color café-rojizo, constituido por un átomo de nitrógeno y dos átomos de oxígeno en su estructura molecular; forma partículas en la atmósfera, contribuyendo al problema del material particulado y al deterioro de la visibilidad, además es uno de los principales causantes de la lluvia ácida.

En cuanto a la salud, el NO₂ centra su efecto en los pulmones irritándolos, causando bronquitis y pulmonía, así como una reducción significativa de la resistencia respiratoria a las infecciones. La exposición continua o frecuente a concentraciones mayores a las encontradas normalmente en el aire, puede causar un incremento en la incidencia de enfermedades respiratorias en los niños, agravamiento de afecciones en individuos asmáticos y con enfermedades respiratorias crónicas. Por todas estas razones es el único de ellos que está bajo observación.

2.1.8 Ozono (O₃). El ozono presente en la capa baja de la atmósfera se considera como uno de los contaminantes de mayor preocupación en la actualidad, ya que es altamente oxidante y afecta a los tejidos vivos; se asocia con diversos padecimientos en la salud humana, es un agente irritante para el sistema respiratorio, produce tos, dolor al respirar e inflamación del tejido pulmonar. El ozono se clasifica como agente contaminante secundario, pues no es emitido directamente por la fuente a la atmósfera, sino que se genera por la

transformación fotoquímica de los hidrocarburos con los óxidos de nitrógeno, en presencia de la luz solar.

2.1.9 Material Particulado (PST, PM₁₀ y PM_{2,5}). En contaminación atmosférica se reconoce como partícula a cualquier material sólido o líquido con un diámetro que oscila entre 0.0002 y 500 micrómetros (μm), en conjunto se designan como partículas totales en suspensión o PST.

Las fuentes de emisión de partículas pueden ser naturales o antropogénicas. Entre las fuentes naturales se encuentran: erosión del suelo, material biológico fraccionado, erupciones volcánicas, incendios forestales, etc. Entre las fuentes antropogénicas se encuentran: combustión de productos derivados del petróleo, quemas en campos agrícolas y diversos procesos industriales. El material particulado lo podemos clasificar por su tamaño en:

- **Partículas sedimentables (>10 μm):** son partículas que por su peso tienden a precipitarse con facilidad, razón por la cual permanecen suspendidas en el aire en períodos cortos de tiempo. Por lo general no representan riesgos significativos para la salud, sin embargo la exposición continua a altas concentraciones puede causar irritación de garganta y mucosas.
- **Partículas menores a 10 micrómetros o PM₁₀ ($\leq 10 \mu\text{m}$):** son partículas de diámetro equivalente o menor a 10 μm . Se consideran perjudiciales para la salud debido a que no son retenidas por el sistema de limpieza natural del tracto respiratorio, causando problemas en dicho sistema que pueden ir desde la disminución de la función pulmonar hasta producir enfermedades crónicas respiratorias que llevan a la muerte.
- **Partículas menores a 2,5 micrómetros o PM_{2,5} ($\leq 2,5 \mu\text{m}$):** es la fracción fina del material particulado y está compuesta por partículas de diámetro

equivalente o menor a 2,5 μm . Es considerada la fracción más peligrosa para la salud humana debido a que existe un mayor grado de penetración y permanencia de estas partículas en el aparato respiratorio, sobretodo en los alvéolos, lo que combinado con la composición química de las mismas, las hace más peligrosas. Esta fracción está compuesta mayoritariamente por derivados de carbono y aerosoles secundarios, que no son emitidos directamente a la atmósfera, sino que se forman fundamentalmente por reacciones químicas de sustancias primarias, como óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2), amoníaco (NH_3) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Puede considerarse un factor de muerte prematura en la población; de los elementos presentes en la fracción fina, los más nocivos para la salud son los derivados de carbono, conocidos como “carbono orgánico”, por tener acción cancerígena de algunos de sus compuestos y propiedades tóxicas en otros. El “carbono elemental”, es también relevante ya que es el portador en el que se absorben gases como SO_x y NO_x que, junto con la humedad atmosférica, generan la acidez del material particulado.

2.1.10 Dióxido de Azufre (SO_2). Es un gas incoloro de olor característico, constituido por un átomo de azufre y dos átomos de oxígeno en su estructura molecular. Todos los combustibles usados por el hombre contienen azufre sea en pequeñas o medianas cantidades; al quemarse estos combustibles, una gran cantidad del azufre contenido formará bióxido de azufre, que al ser liberado a la atmósfera llegará un momento en el que volverá al suelo en forma de ácido sulfúrico (lluvia ácida).

En altas concentraciones el dióxido de azufre puede ocasionar dificultad para respirar, humedad excesiva en las mucosas de las conjuntivas, irritación severa en vías respiratorias e incluso al interior de los pulmones por formación de partículas de ácido sulfúrico, ocasionando vulnerabilidad en las defensas; los grupos de la

población más sensibles al dióxido de azufre incluye a los niños y ancianos, a los asmáticos y a aquellos con enfermedades pulmonares crónicas como bronquitis y enfisema.

2.2 ESTUDIOS AMBIENTALES

A continuación se presentan los informes ambientales de ciudades tan contaminadas como Santiago de Chile y Ciudad de México donde se puede ver como han logrado disminuir su contaminación implementando medidas que comprometen a todos los sectores involucrados, haciendo énfasis, claro está, en las fuentes móviles, que es el tema que más interesa en este estudio. Por último, se analiza un informe ambiental de Bucaramanga, esto con la intención de ver la situación en que se encuentra en comparación con ellas en cuanto a monitoreo ambiental y control de la contaminación se refiere.

2.2.1 Estudio ambiental Santiago de Chile. Este estudio salió a la luz pública en marzo de 2004 y fue preparado por el Área de Descontaminación Atmosférica de CONAMA Región Metropolitana de Santiago con el fin de informar la situación ambiental de la ciudad hasta el año 2003 y presentar algunas medidas tendientes a continuar con la descontaminación, todo esto enmarcado dentro de un programa ambiental muy ambicioso denominado Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA).

- **Redes de monitoreo de calidad del aire.** En 1988 se instaló en la Región Metropolitana de Santiago de Chile la primera Red de Monitoreo Automática de Contaminantes Atmosféricos (MACAM-1), compuesta por cuatro estaciones ubicadas en la zona céntrica de la capital y una quinta estación de tipo móvil. En el año de 1996 se llevó a cabo un estudio para proponer una nueva red de monitoreo, que recogiera de mejor forma el impacto de la contaminación a nivel poblacional y que, a su vez, tuviera una mejor representatividad espacial. Se constituyó así la Red MACAM-2, con ocho estaciones, todas ellas con monitores

continuos de material particulado PM_{10} y monitores de gases. En la actualidad se cuenta con solo siete estaciones ya que una de ellas dejó de operar en el 2003.

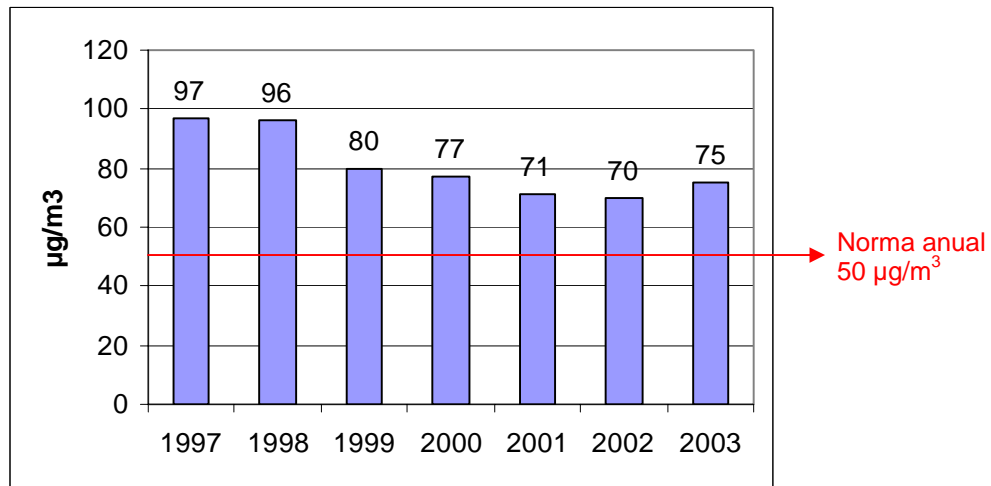
Todas las estaciones de la red MACAM-2 son operadas por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA) y están conectadas en forma remota con esta institución y con la Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana (CONAMA RM), lo que facilita el seguimiento de la calidad del aire, y permite a la ciudadanía acceder en tiempo real a los datos, a través de los sitios web de ambos servicios (www.sesma.cl y www.conamarm.cl).

A continuación se muestran los contaminantes monitoreados por esta red y los valores registrados para cada uno de ellos.

➤ **Material Particulado PM_{10} .** Es el principal contaminante que afecta a la ciudad de Santiago. Por esta razón, su evolución en el período de estudio se analiza en detalle a través de los promedios anuales y los máximos diarios, agregados para toda la red de monitoreo.

La evolución de los promedios anuales de PM_{10} para las estaciones de la red se muestra en la figura 5, en la cual se observa que existe una evolución positiva de los niveles de concentración hasta el año 2002 y un aumento en el año 2003; este aumento se debió principalmente a que se redireccionó el tráfico vehicular hacia las calles cercanas a tres estaciones de la red. En definitiva se puede ver que la situación respecto de la norma anual mejoró de forma significativa, pasando de concentraciones que duplicaban el valor de la norma el año 1997 a la situación del año 2003, donde se superó el valor en un 50%.

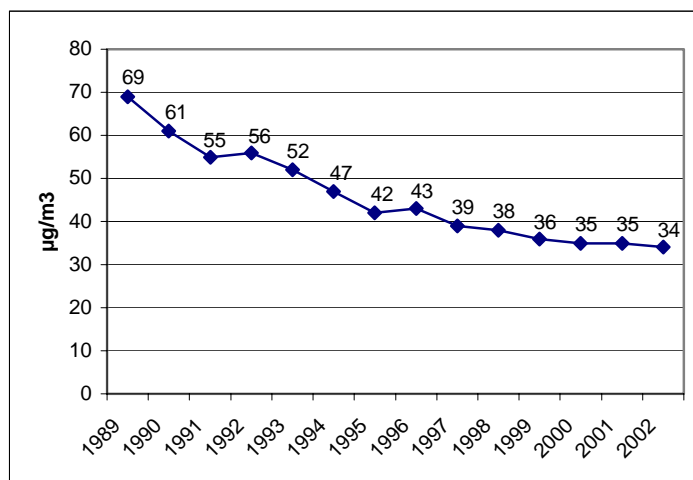
Figura 5. Evolución de promedios anuales de PM₁₀.



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

➤ **Material Particulado PM_{2,5}.** Este contaminante lo han venido monitoreando en Santiago desde el año 1989, casi desde el inicio mismo de la red de monitoreo. La figura 6 muestra la reducción sostenida de esta fracción que alcanzó el 50% hacia el año 2002. Las concentraciones medidas fueron en general altas y representaron el 50% de las concentraciones de PM₁₀.

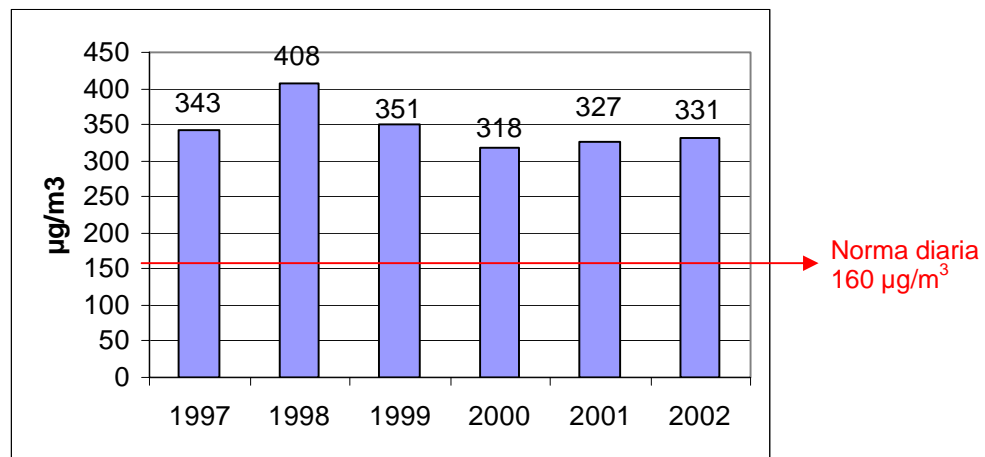
Figura 6. Evolución de las concentraciones de PM_{2,5}.



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

- **Ozono (O₃).** Como se había dicho anteriormente el ozono troposférico es un contaminante de origen fotoquímico y, como tal, sus concentraciones están fuertemente afectadas por diversos factores meteorológicos, entre los cuales se destacan la velocidad del viento, la temperatura y, sobre todo, la intensidad de la radiación solar. Respecto de la evolución anual que ha tenido el ozono en el tiempo, en la figura 7 se muestra la variación de los niveles de concentración máximos horarios de ozono desde 1997 a 2002, donde se ve en que cantidad se superó la norma y cómo su comportamiento no es ordenado.

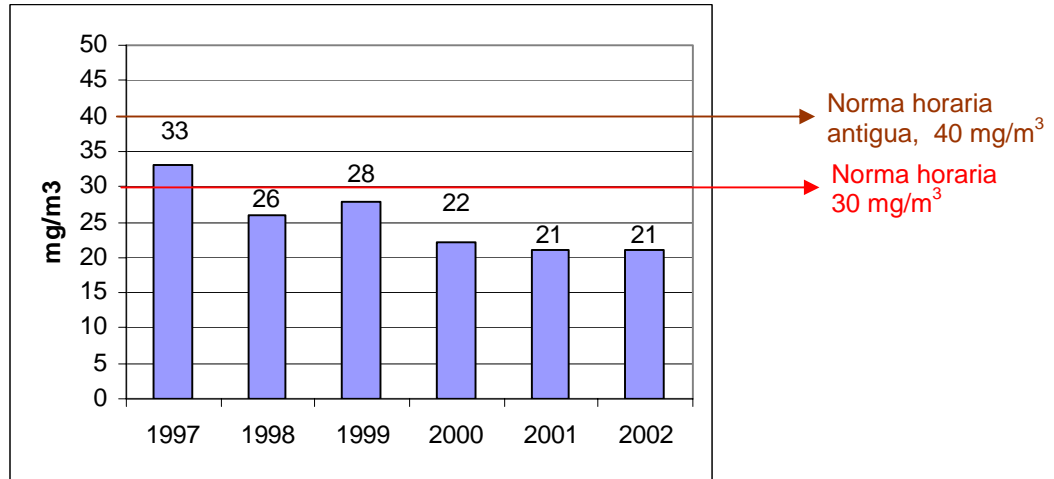
Figura 7. Evolución de máximos horarios de ozono.



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

- **Monóxido de Carbono (CO).** Chile tiene dos normas para el CO, una horaria de 30 mg/m³ (40 mg/m³ hasta el año 2005) y otra de ocho horas equivalente a 10 mg/m³. Desde que se registra este contaminante en la red de monitoreo, nunca superó la norma horaria antigua y cumple satisfactoriamente la vigente (ver figura 8).

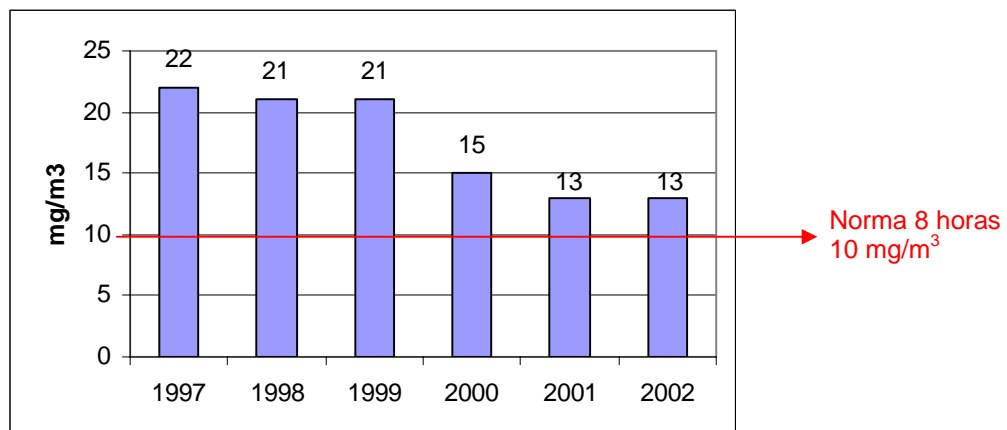
Figura 8. Máximos horarios de monóxido de carbono.



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

Sin embargo, la situación respecto de la norma de 8 horas es muy diferente, las concentraciones (figura 9) superaron la norma en todo el período, aunque muestran una evolución positiva que permitía proyectar una pronta salida del estado de saturación, esto si se mantenían las tendencias. Los avances en la reducción de las concentraciones de CO, se debieron sin lugar a dudas a las menores emisiones provenientes del parque de vehículos livianos, responsables de más del 90% del total de emisiones de este contaminante.

Figura 9. Máximos promedios móviles de 8 horas de monóxido de carbono.



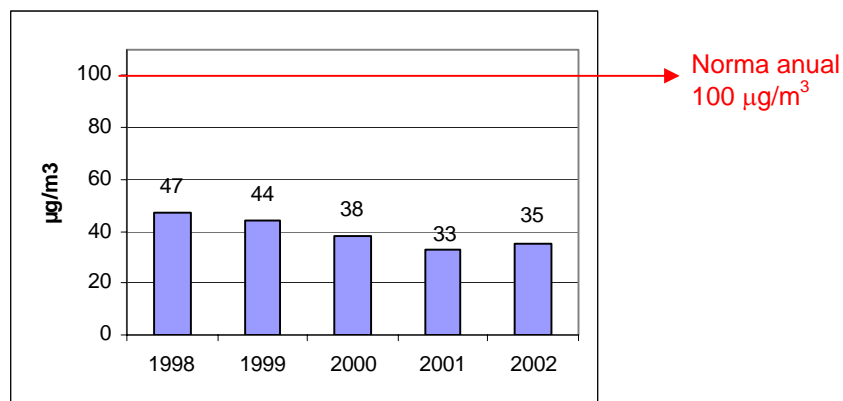
Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

➔ **Dióxido de Nitrógeno (NO₂).** Las concentraciones de dióxido de nitrógeno presentan un ciclo anual sumamente marcado debido a la influencia de diversos parámetros meteorológicos, entre los que se destacan la velocidad y dirección del viento, radiación solar y los niveles de turbulencia atmosférica. Así, las mayores concentraciones son medidas durante el invierno, cuando las condiciones de dispersión son más adversas.

El dióxido de nitrógeno justifica su control por su aporte al material particulado secundario, especialmente a la fracción más fina y por su participación como precursor, en conjunto con los Compuestos Orgánicos Volátiles, en la formación de ozono troposférico. Chile tiene una norma anual vigente de 100 µg/m³, y a partir de este año (2006) entró en vigencia una norma horaria de 400 µg/m³.

La figura 10, muestra la evolución anual de las concentraciones promedio de dióxido de nitrógeno para el periodo de 1998 a 2002. Con los datos disponibles hasta el año 1995, este contaminante fue declarado en estado de latencia (80% de la norma), por encontrarse en un 89% del valor de la norma. Con la información disponible se puede indicar que desde el año 1998 las concentraciones han estado siempre por debajo del 50% de la norma.

Figura 10. Concentraciones promedio anual de dióxido de nitrógeno.

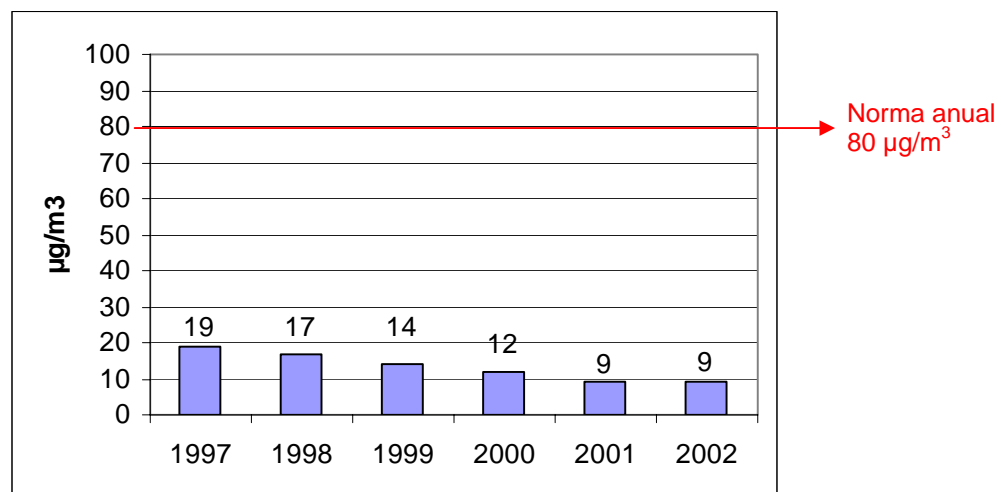


Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

➔ **Dióxido de Azufre (SO₂).** La evolución temporal de los niveles observados de dióxido de azufre presenta, al igual que los demás contaminantes primarios, una marcada influencia de condiciones atmosféricas como la velocidad del viento; las mayores concentraciones se registran durante los meses de invierno. El dióxido de azufre, según los resultados de la caracterización físico-química del material particulado, es un agente importante en la formación de material particulado secundario, junto con otros precursores como el dióxido de nitrógeno y el amoníaco.

El dióxido de azufre tenía una norma diaria y anual, de 365 µg/m³ y 80 µg/m³ respectivamente. A partir del año 2006, está en vigencia una norma diaria de 250 µg/m³. La figura 11, da cuenta de las concentraciones promedio anual, verificándose que no existe sobrepaso de la norma anual. En el último año de registro las concentraciones resultaron ser un 11% del valor de la norma.

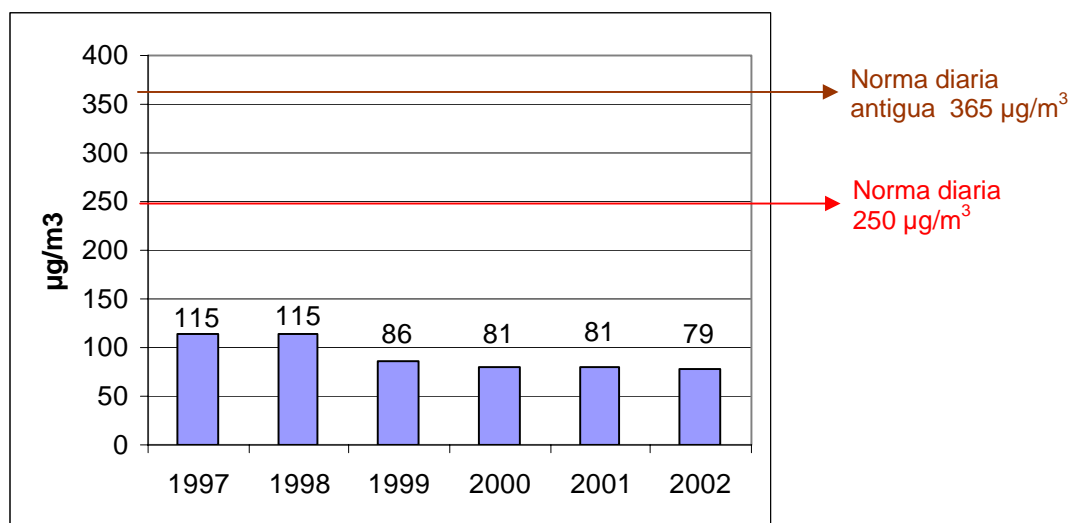
Figura 11. Concentraciones anuales de dióxido de azufre.



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

Al observar las concentraciones máximas diarias, resulta evidente que éstas están muy por debajo de la norma actual y de aquella que estuvo en vigencia. En ningún momento del período se superó la norma, y las concentraciones registradas para el 2002 resultaron ser un 21% del valor de la norma correspondiente (figura 12).

Figura 12. Concentraciones máximas diarias de dióxido de azufre.



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

Esta reducción en los niveles de los contaminantes registrada hasta la fecha del estudio se lograron tomando medidas como las que se describen a continuación; en la tabla 20 se puede ver de una forma más sencilla dichas medidas adoptadas tanto en el sector transporte como en el industrial.

- ❖ El transporte público fue sometido a dos procesos de licitación que mejoraron su operación y redujeron el número y antigüedad de los buses, al mismo tiempo que mejoraron su tecnología.

- ❖ Otro elemento importante fue el mejoramiento de la calidad de los combustibles, donde se destacó la reducción en los contenidos de azufre en el diesel, la eliminación de las gasolinas con plomo y el ingreso del gas natural.
- ❖ Por otra parte, se ha venido produciendo una rápida renovación del parque vehicular; Santiago contaba hasta el 2004 con más de un 80% de vehículos catalíticos, con emisiones considerablemente menores que las de vehículos convencionales.
- ❖ Un complejo y eficiente sistema orientado al control de las emisiones del parque vehicular, conformado por tres grandes eslabones: normas de ingreso y certificación de éstas en el laboratorio de control de emisiones, un sistema de revisión técnica obligatorio y el control en las vías, todas estas medidas no menos importantes han permitido la circulación de vehículos más limpios.

Tabla 20. Balance histórico de las medidas adoptadas para reducir la contaminación en Santiago de Chile.

Fuente	10 AÑOS ATRÁS	2004
Buses	14.000 buses 15 años de antigüedad (promedio)	7.500 buses 5 años de antigüedad (promedio)
Diesel (ACPM)	5.000 ppm de azufre	200 ppm de azufre
Gasolinas	Todas con plomo	Todas sin plomo
Vehículos particulares	100% convencionales	20% convencionales 80% catalíticos
Industria	Leña, carbón y petróleos pesados	Gas natural y diesel ciudad (300 ppm)
Generación de electricidad	Carbón	Gas natural

Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

- **Medidas adoptadas para continuar con la descontaminación de la ciudad.** Aunque los resultados han sido muy buenos, los organismos ambientales

de Santiago de Chile se han planteado reducir la contaminación que afecta su ciudad o al menos tenerla controlada dentro de las normas correspondientes en un plazo de 20 años, el actual informe se hizo a mitad del tiempo programado; para mejorar los resultados y cumplir con las metas propuestas han decidido tomar medidas adicionales para esta segunda década de su plan de descontaminación, para ello se basaron en un inventario de emisiones realizado con el único fin de saber más claramente sobre que sectores debían ir enfocadas dichas medidas, este inventario se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 21. Inventario de emisiones para el año 2000, Santiago de Chile.

CATEGORÍA DE FUENTE	PM₁₀ Ton/año	CO Ton/año	NO_x Ton/año	COV Ton/año	SO₂ Ton/año	NH₃ Ton/año
Buses	1.208	6.020	20.428	2.478	793	5
Camiones	810	3.333	9.209	2.388	471	5
Vehículos livianos	408	164.843	16.543	19.590	927	924
Fuentes móviles fuera de ruta	42	1.529	865	272	5	0
Total fuentes móviles	2.468	175.725	47.045	24.728	2.196	934
Fijas combustión	304	990	2.515	87	2.536	97
Fijas procesos	739	5.514	2.748	4.041	4.065	104
Residenciales	328	888	1.392	30.309	239	2.002
Total fuentes fijas	1.371	7.392	6.655	34.437	6.840	2.203
Total fuentes areales	534	4.322	310	20.926	16	26.213
Total	4.373	187.439	54.010	80.091	9.052	29.350

Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana CONAMA RM.

La conclusión más importante de la tabla anterior es que las fuentes móviles representadas por los vehículos tanto livianos como pesados, son las que aportan la mayor parte de los contaminantes que afectan esta ciudad; ahora se muestran las acciones que se adoptaron como resultado del análisis del inventario de emisiones que tienen que ver con este tipo de fuentes contaminantes:

- Orientado a que la flota que presta servicio en el transporte público fuera cada vez más limpia, el año 2004 se completó el retiro de alrededor de 2.700 buses de tecnología antigua, y por ende, más contaminante. Esta medida debió redundar en una baja significativa de las emisiones de PM₁₀ y NO_x de este sector.

- Coincidente con el objetivo de que el transporte público licitado avanzara de manera significativa en la reducción de sus emisiones, establecieron metas específicas de reducción para el año 2005 que ascenderían, al menos, al 75% de PM₁₀ y al 40% de NO_x, todo esto medido con respecto a las emisiones que el sector registraba al año 1997. El logro de estas metas se alcanzaría con la implementación del sistema de transporte masivo Transantiago, componente del Plan de Transporte Urbano del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, y que buscaba reestructurar la totalidad del transporte dentro de la Región Metropolitana. De igual forma el sistema de Metro local duplicaría la extensión de su red para el 2005.

- Adicionalmente, y como consecuencia de la llegada de combustibles más limpios, se exigiría a los vehículos en uso, la reducción del 30% de los niveles de opacidad de sus emisiones, que constituiría una forma indirecta de medir las emisiones de PM₁₀, y que redundaría en la incorporación de sistemas de post tratamiento. Estas tecnologías en algunos casos podrían llegar a reducir las emisiones de PM₁₀ hasta en 90%, con el consiguiente beneficio ambiental.

- Para el segmento de los vehículos livianos y medianos se establecería que desde enero de 2005 se exigiría a todo vehículo nuevo, el cumplimiento de la norma Euro III (primera etapa de la Directiva 98/69/CE) o la norma EPA contenida en el documento EPA420-B-00-001 de febrero de 2000, aplicable a este tipo de vehículos.

- Para el segmento de vehículos livianos diesel, se establecería a partir de septiembre de 2005 el cumplimiento de la norma Euro IV (segunda etapa de la Directiva 98/69/CE) para todos los vehículos nuevos de esta categoría.

En cuanto a la calidad de los combustibles se establecieron las siguientes medidas:

- A partir de julio de 2004 el combustible diesel que se expende en la Región Metropolitana bajó el contenido de azufre de 300 ppm a sólo 50 ppm. Por efecto directo de esta medida, se reducirían las emisiones de SO_x en forma proporcional a la rebaja, y en forma indirecta, se posibilitaría la instalación de sistemas de post tratamiento para el control de las emisiones de material particulado.
- Desde julio de 2004, se rebajó el contenido de azufre de 400 ppm a 30 ppm en la gasolina. Adicionalmente, se contemplaba reducir el contenido de benceno, compuesto cancerígeno, del 2 al 1%, y reducir de 35 a 12% el de las olefinas, con lo que se bajarían las emisiones de óxidos de nitrógeno, y por ende, la formación de material particulado secundario.
- Se exigiría también que el gas licuado vehicular tuviera un contenido mínimo de propano del 85%. Con esto se pondría un límite a la cantidad de olefinas de este combustible, lo que se traduciría en menores emisiones de óxidos de nitrógeno.

2.2.2 Estudio ambiental Ciudad de México. Los datos que se presentan a continuación fueron tomados del Informe de Trabajo de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, correspondiente al periodo comprendido entre el 1 de septiembre de 2003 y el 31 de agosto de 2004; en el que se muestran las

medidas adoptadas hasta ese momento y los resultados obtenidos por las mismas en cuanto a materia ambiental se refiere.

- **Red de monitoreo ambiental.** Ciudad de México cuenta actualmente con la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), en operación desde 1984, que consta de 36 estaciones remotas de monitoreo para gases y partículas; la Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA), con 14 estaciones de muestreo para partículas; la Red de Depósito Atmosférico (REDDA), con 16 estaciones de muestreo para lluvia ácida; y la Red Meteorológica (REDMET), con 15 torres instrumentadas para la determinación de parámetros meteorológicos de superficie; todas integradas en un solo sistema denominado Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT), el cual mantiene la vigilancia continua de las concentraciones de ozono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, plomo, depósito atmosférico, partículas suspendidas totales, partículas menores a 10 μm y desde 2003 con una red de nuevos equipos empezó la medición más estricta de las partículas suspendidas menores de 2,5 μm . Al igual que en Santiago de Chile este sistema posee una página web propia (www.sma.df.gob.mx/simat), donde la ciudadanía en general puede acceder a la información recopilada por el sistema en tiempo real y sin ningún inconveniente.

A continuación se presenta información general acerca de la evolución de los contaminantes monitoreados por esta red.

➔ **Ozono (O_3).** Las concentraciones altas de este contaminante que se registraron en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), continuaron con la tendencia a disminuir, los porcentajes de días fuera de la norma bajaron en los últimos años, lo cual se puede apreciar en la tabla 22.

Tabla 22. Días al año en que las concentraciones de ozono superan la norma.

AÑO	DÍAS SOBRE LA NORMA*	%
1990	325	89
1991	335	92
1992	317	87
1993	320	88
1994	340	93
1995	319	87
1996	317	87
1997	311	85
1998	305	84
1999	286	78
2000	308	84
2001	273	75
2002	281	77
2003	253	69
2004	144	60

* No se debe rebasar el límite máximo normado de $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una hora, una vez al año.

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

Esto demuestra una disminución en el riesgo para la salud de la población por exposición a este contaminante, lo cual se ve reflejado también en el decremento del promedio de horas por día en que se rebasaba la norma, en 1991 el promedio diario era de 6,6 horas, en 2003 fue de 2,5 y al 2004 era de 1,3 horas.

➤ **Partículas suspendidas.** En cuanto al PM_{10} la tendencia, aunque no tan clara como en el caso del ozono, fue decreciente; en el 2004 a finales de agosto no se había rebasado la norma, mientras que en el año 2003 el porcentaje fue de 10%, en el 2002 y 2001 de 8% y en el 2000 de 26% (ver tabla 23).

Tabla 23. Días al año en que las concentraciones de PM₁₀ superaron la norma.

AÑO	DÍAS SOBRE LA NORMA*	%
1990	58	72
1991	13	24
1992	21	37
1993	41	68
1994	33	55
1995	30	49
1996	42	72
1997	28	46
1998	27	44
1999	33	54
2000	16	26
2001	5	8
2002	5	8
2003	6	10
2004	0	0

* No se debe rebasar el límite permitido de 150 µg/m³, como promedio de 24 horas, una vez al año.
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal

En el caso de las partículas totales en suspensión PTS, la norma de este contaminante se continuó rebasando en el 34% de los muestreos realizados entre 2001 y 2003, mientras que en 1990 se rebasó en el 95% de los muestreos.

En lo que se refiere al PM_{2,5}, los datos obtenidos en tan solo un año de la puesta en marcha de los equipos que se encargan de su medición, no permiten establecer una evolución del mismo, solo se puede decir que algunas estaciones registraron altas concentraciones de dicho contaminante.

✦ **Concentraciones de Dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre y plomo.** El comportamiento de las concentraciones altas de monóxido de carbono CO, presentó una disminución consistente desde 1990;

entre 1990 y 2003 la magnitud de este tipo de concentraciones disminuyó 62%. Asimismo, en los últimos tres años no se había rebasado el valor límite permisible establecido en la norma (ver tabla 24).

Tabla 24. Número y porcentaje de días al año en que las concentraciones de SO₂, NO₂, CO y Pb superaron la norma.

AÑO	SO ₂ ¹		NO ₂ ²		CO ³		Pb ⁴	
	Nº DÍAS	%	Nº DÍAS	%	Nº DÍAS	%	Nº DÍAS	%
1990	11	3	31	9	43	12	4	1,1
1991	8	2	16	5	42	12	2	0,5
1992	29	9	8	2	24	7	1	0,3
1993	0	0	29	8	5	1,4	0	0
1994	0	0	28	8	4	1,1	0	0
1995	0	0	32	9	4	1,1	0	0
1996	0	0	84	23	6	1,6	0	0
1997	0	0	38	10	1	0,3	0	0
1998	0	0	30	8	4	1,1	0	0
1999	0	0	19	5	2	0,5	0	0
2000	1	0,3	23	6	1	0,3	0	0
2001	8	2	1	0,3	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	6	2	0	0	0	0
2004	0	0	1	0,4	0	0	0	0

¹ No se debe rebasar el límite permisible de 0,13 ppm, como promedio de 24 horas una vez al año.

² No se debe rebasar el límite permisible de 0,21 ppm, como promedio horario una vez al año.

³ No se debe rebasar el límite permisible de 11,0 ppm, como promedio móvil de ocho horas una vez al año. En el año 1994 y anteriores era de 13,0 ppm.

⁴ No se debe rebasar el límite permisible de 1,5 µg/m³, en un periodo de tres meses, media aritmética.

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal

En esta misma tabla se puede ver el comportamiento del dióxido de azufre SO₂, la mayoría de los años no se presentaron días en que se rebasó la

norma, y de los últimos años sólo en el 2000 y el 2001 hubo unos pocos días en que no se cumplió con esta meta.

En cuanto al dióxido de nitrógeno (NO_2) se refiere, la presencia de eventos extraordinarios en los años 2001 a 2004 fue menor en frecuencia y magnitud que los años previos, lo cual influyó para que no se sobrepasara la norma de protección a la salud de 24 horas ni la norma anual como criterio de exposición crónica.

El comportamiento del plomo (Pb) contenido en PTS y en el PM_{10} presentó una tendencia decreciente desde 1990, con decrementos superiores al 90% en concentraciones altas y típicas. Asimismo, dado que no se excede el límite permisible de la norma para Pb en PTS desde 1993, la calidad del aire evaluada para este contaminante no representó mayor riesgo en la salud de los habitantes.

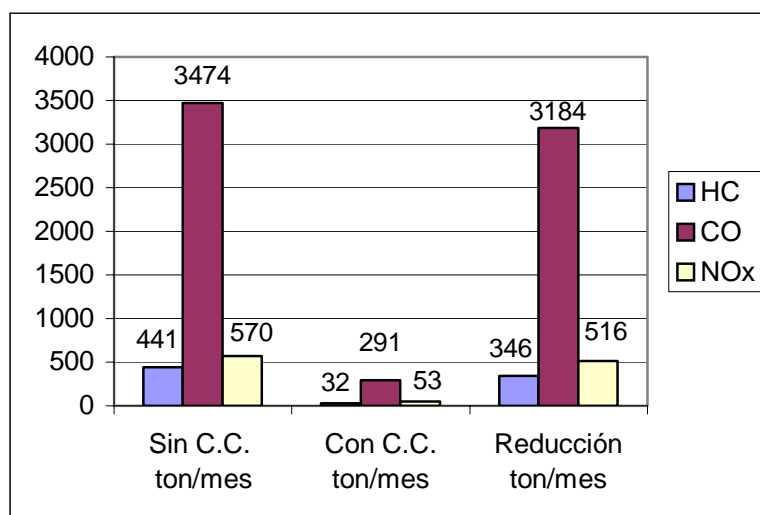
Esta mejora en las condiciones ambientales de Ciudad de México se ha logrado gracias a la adopción de medidas como las descritas a continuación que se plantearon en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2002-2010 (PROAIRE), y que en la tabla 25 están consignadas de una forma más sencilla:

- ❖ Un control más estricto sobre los sitios que ofrecen el servicio de verificación vehicular o lo que en Colombia se conoce como control de gases, vigilando periódicamente que tanto sus equipos como el software y el procedimiento de medición sean los adecuados. Todos estos equipos están integrados en una sola red cuyo módulo de control se encuentra en la Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, allí reciben en tiempo real los datos recopilados durante cada verificación para analizarlos y almacenarlos en una base de datos; así mismo, en dichos sitios se han instalado cámaras de video para

vigilar la manipulación indebida de los vehículos, obligando a que solo se le sea otorgado el certificado al que haya cumplido con la norma a cabalidad.

- ❖ Aplicación del programa Hoy No Circula, similar al pico y placa, que restringe el tránsito de los vehículos por lo menos un día a la semana. La diferencia radica en que los vehículos nuevos y los vehículos particulares a gasolina de máximo 10 años de antigüedad que cumplan con la norma ambiental están exentos de esta medida, lo que de alguna forma ha contribuido a la renovación del parque automotor.
- ❖ Desde el 2002 se ha trabajado en la detección de los vehículos con convertidores catalíticos en mal estado para obligarlos a sustituirlos, esto ha permitido reducir la emisión de 3.184 toneladas mensuales de monóxido de carbono (CO), 516 de óxidos de nitrógeno (NO_x) y 346 de hidrocarburos (HC), (ver figura 13).

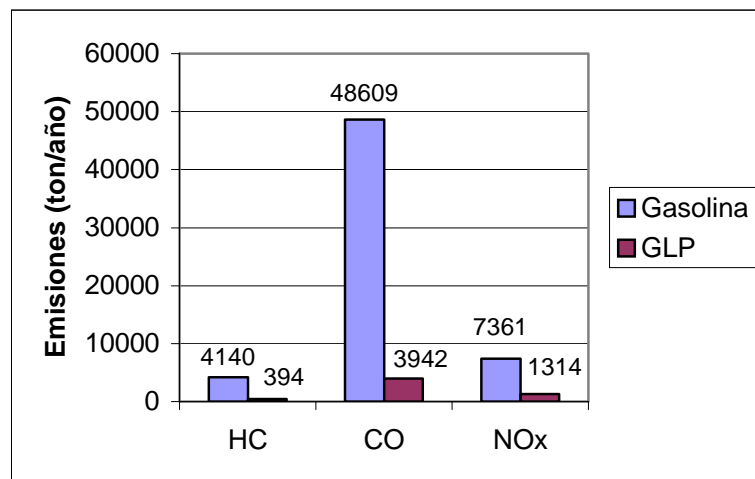
Figura 13. Beneficio ambiental por la sustitución de convertidores catalíticos en el periodo 1999-2004.



Fuente. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) Ciudad de México.

- ❖ Se ha incentivado a las empresas que poseen gran número de vehículos diesel para que por medio de un mantenimiento preventivo realizado por ellas mismas logren mantener las emisiones de sus unidades un 40% por debajo de la norma, a cambio se les otorga la exención al programa Hoy No Circula. Esto ha permitido una reducción anual aproximada de 800 toneladas de contaminantes, principalmente material particulado e hidrocarburos.
- ❖ La conversión de vehículos cuyo combustible es la gasolina a gas licuado del petróleo (GLP) y gas natural (GNC), es una medida que ha dado buenos resultados (figura 14), sin embargo la Secretaría del Medio Ambiente vigila que la instalación de los equipos sea segura y que los mismos permitan una verdadera reducción en las emisiones contaminantes, ya que el solo hecho de cambiar a un combustible más limpio no indica que sean menos contaminantes; si cumplen con todos los requisitos se les concede la exención al programa Hoy No Circula.

Figura 14. Beneficio ambiental por la conversión de 17.998 vehículos a GLP*



* Se han dejado de emitir 54.461 ton/año de contaminantes entre 2000-2004

Fuente. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) Ciudad de México.

- ❖ Otra medida importante es la ampliación y construcción de nuevas vías que permiten un tránsito más fluido de los vehículos, haciendo que el consumo de combustible sea menor y en consecuencia el potencial emisor de los mismos disminuya.

Tabla 25. Acciones realizadas dentro del PROAIRE 2002-2010 y su reducción de emisiones contaminantes.

MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	REDUCCIÓN DE TODOS LOS CONTAMINANTES ton/año
Modernización del programa de verificación vehicular	Nº de vehículos verificados	2'200.000	75.000
Sustitución de convertidores catalíticos	Convertidores sustituidos	110.000	21.800
Programa ostensiblemente contaminante	Nº de vehículos sancionados	1.929	1.180
Combustibles alternos	Nº de vehículos a GNC Nº de vehículos a GLP	2.254 17.988	170 1.360
Actualización del programa Hoy No Circula	Nº de vehículos que se incorporan	30.000	14.000
Programa de autorregulación de unidades a diesel	Nº de vehículos autorregulados	4.995	800
Sustitución de vehículos de mediana a alta capacidad en el transporte público	Nº de vehículos sustituidos	2.376	7.324
Renovación de taxis	Nº de vehículos renovados	24.281	33.680
Mejoramiento de vías	Cálculo por reducción en consumo de combustible		50.000
Programa de reducción de emisiones en las 300 industrias más emisoras	Industrias reguladas	4	816
Recuperación de vapores en estaciones de servicio	Nº de estaciones de servicio	515	13.760
Reducción de fugas de GLP	Nº de tanques renovados	2'500.000	92
Reducciones totales estimadas			219.982

Fuente. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) Ciudad de México.

- **Medidas adoptadas para continuar con la descontaminación de la ciudad.** El inventario de emisiones de la ZMVM al año 2000 que se muestra en las tablas 26 y 27, sirvió para identificar el impacto de las emisiones generadas por cada una de las fuentes y así evaluar la eficacia de las medidas aplicadas para mejorar la calidad del aire; al mismo tiempo, ayudó a reorientar las acciones planteadas en el programa PROAIRE 2002-2010, dependiendo del tipo de contaminante y de la fuente generadora.

Tabla 26. Inventario de emisiones por sector de la ZMVM, año 2000.

SECTOR	EMISIONES (ton/año)								
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes fijas	2.809	572	10.288	10.004	24.717	22.794	181	22.010	216
Fuentes de área	509	492	45	6.633	10.636	418.586	168.549	197.803	12.969
Fuentes móviles	5.287	4.589	4.348	2'018.788	157.239	210.816	11.593	194.517	2.261
Vegetación y suelos	1.736	380	N/A	N/A	859	15.425	N/A	15.425	N/A
TOTAL	10.341	6.033	14.681	2'035.425	193.451	667.621	180.323	429.755	15.446

N/A: No aplica

Fuente. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) Ciudad de México.

Tabla 27. Inventario porcentual de emisiones por sector de la ZMVM, año 2000.

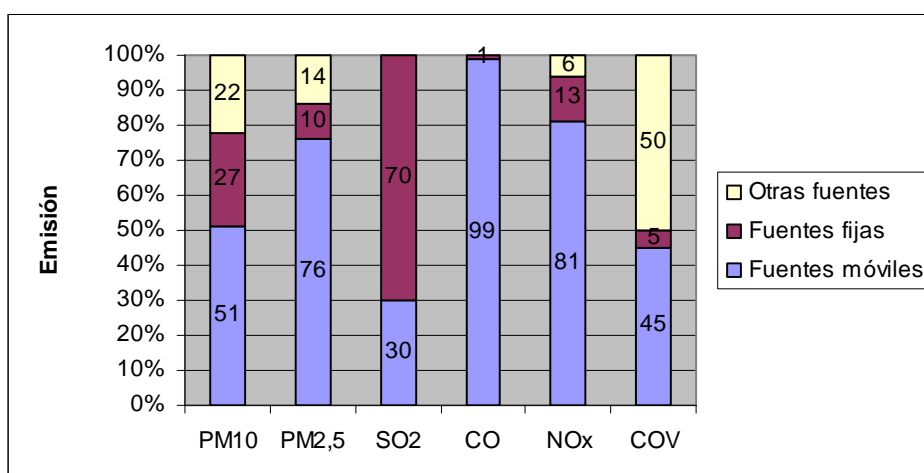
SECTOR	EMISIONES (%)								
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes fijas	27,2	9,5	70,1	0,5	12,8	3,4	0,1	5,1	1,4
Fuentes de área	4,9	8,2	0,3	0,3	5,5	62,7	93,5	46,0	84,0
Fuentes móviles	51,1	76,0	29,6	99,2	81,3	31,6	6,4	45,3	14,6
Vegetación y suelos	16,8	6,3	N/A	N/A	0,4	2,3	N/A	3,6	N/A
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100

N/A: No aplica

Fuente. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) Ciudad de México.

Basados en este inventario de emisiones se llega a la conclusión de que las fuentes móviles son las que más aportan a la contaminación del aire de Ciudad de México con niveles tan altos como el de 51,1% de PM₁₀, el 81,3 en NO_x y con casi la participación total en CO; en la figura 15 se puede ver más claramente la contribución en porcentaje de cada uno de los sectores.

Figura 15. Contribución de las emisiones por sector.



Fuente. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) Ciudad de México.

Es por esto que las medidas anteriormente expuestas están encaminadas principalmente al control de las emisiones provenientes de las fuentes móviles; a continuación se describen otras políticas planteadas dentro del programa de descontaminación PROAIRE 2002-2010:

- Se planea la construcción de corredores estratégicos exclusivos para el servicio de transporte público de pasajeros, haciendo que la movilización de personas sea más rápida y eficiente. Al mismo tiempo se espera una mejora en la operación de la segunda línea del metro por el incremento en el número de trenes.
- Se está haciendo una renovación total de los equipos y programas utilizados en la verificación vehicular ya que los anteriores tenían una antigüedad de casi 10 años que los hacía obsoletos y por esto su actualización era muy costosa o nula.
- Se está evaluando el desempeño ambiental y operativo de autobuses antiguos a los cuales se les ha instalado un motor diesel nuevo con el fin de analizar si es viable o no la repotenciación de los mismos.
- Igualmente se está comprobando la efectividad en la reducción de emisiones contaminantes de algunos vehículos diesel pertenecientes a la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, a los que se les han adaptado trampas de partículas y convertidores catalíticos oxidativos; de obtenerse buenos resultados su uso se extendería a toda la flota.
- La actualización de la norma ambiental sobre límites máximos permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles y la norma sobre calidad de los combustibles para fuentes móviles y fijas, es necesaria ya que las actuales a

pesar de no ser tan antiguas si son algo laxas, por lo que la Secretaría del Medio Ambiente de Ciudad de México está trabajando en este tema.

- Se continúa con el proceso de renovación de taxis y de autobuses destinados al servicio público de transporte de pasajeros, para lo cual el gobierno del distrito Federal brinda su apoyo financiero otorgando subsidios a los dueños de dichos vehículos facilitándoles la adquisición de nuevas unidades.
- Se planea la instrumentación de un programa para regular el transporte de carga donde se establecen horarios y rutas específicas para la entrada y salida a la ciudad de estos vehículos, todo con el fin de evitar embotellamientos y agilizar el tráfico.
- Se continúa con el programa de reducción de emisiones en las 300 industrias más contaminantes, ya que es el sector en que menos se ha avanzado; todo esto con el fin de disminuir el impacto que este tipo de fuentes tiene sobre el medio ambiente de la ciudad.

2.2.3 Informe ambiental de Bucaramanga. En Bucaramanga la institución encargada de monitorear y analizar la contaminación en el aire es la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), bajo la implementación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga que está en funcionamiento desde el año 2001.

- **Red de monitoreo de la calidad del aire.** La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, ha dispuesto en su Red de Monitoreo de la Calidad del Aire cinco (5) estaciones que permiten medir la contaminación del aire en zonas de gran importancia desde el punto de vista de mayor impacto a la comunidad, estas zonas son: Chimitá, Centro, Ciudadela Real de Minas, Autopista a Floridablanca y el Norte. Dentro de estas estaciones, la que

realiza el muestreo más significativo de la contaminación por fuentes móviles es la ubicada en el centro de Bucaramanga (carrera 15 con calle 34), por ser una de las zonas con mayor tráfico vehicular sobretodo de vehículos pesados, obteniendo datos importantes de contaminación proporcionados por vehículos de transporte público con motores de diesel cuyo combustible es ACPM y por vehículos que usan gasolina para su funcionamiento.

Los datos obtenidos por cada estación son procesados en la Central de Información de la CDMB, permitiendo conocer las concentraciones de los contaminantes. Para conocer el estado actual del contaminante, la CDMB calcula el Índice de la Calidad del Aire, permitiendo clasificar el estado del contaminante como Bueno, Moderado, Regular, Malo o Peligroso.

- **Índice de Calidad del Aire (IBUCA).** Es un índice que reporta diariamente la calidad del aire que se respira y su correlación con la salud. Este índice es calculado para los cinco principales contaminantes (ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM₁₀)), para los cuales se ha establecido una norma de calidad de acuerdo a la legislación ambiental vigente en Colombia. A continuación se presenta cómo es calculado el IBUCA; la fórmula del indicador es:

$$IBUCA = \frac{C_1}{NCA_1} * 10$$

donde:

IBUCA: Índice de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga.

C₁: Es la concentración medida del contaminante a evaluar.

NCA₁: Es la norma para cada uno de los contaminantes.

El IBUCA es el valor máximo de la relación entre la concentración de cada contaminante seleccionado (PM_{10} , SO_x , NO_x , CO y O_3) y la concentración máxima permitida para dicho contaminante multiplicado por 10. En la tabla 28 se ven los valores máximos permitidos para cada contaminante según el Decreto 02 de 1982 expedido por el Ministerio de Salud.

Tabla 28. Valores máximos de concentración en el aire permitidos para cada contaminante.

CONTAMINANTE	PERIODO	NORMA	UNIDAD
Partículas Suspendidas [PM_{10}]	24 horas	134	$\mu g/m^3$
Óxidos de Azufre [SO_x]	24 horas	136	ppb
Óxidos de Nitrógeno [NO_x]	1 hora	114	ppb
Monóxido de Carbono [CO]	8 horas	31	ppm
Ozono [O_3]	1 hora	77	ppb

$\mu g/m^3$: microgramos por metro cúbico; ppb: partes por billón; ppm: partes por millón.

Fuente: CDMB.

Existe un IBUCA para cada una de las cuatro estaciones de monitoreo instaladas en el Área Metropolitana de Bucaramanga. De cada estación se toma la información sobre concentración de los contaminantes y se determina un valor de IBUCA para cada contaminante (PM_{10} , SO_x , NO_x , CO, O_3). El IBUCA de la estación equivale al valor mayor de los obtenidos anteriormente. El más alto de los valores entre las estaciones se convierte en el Índice de Calidad del Aire del día. Por ejemplo, como se ve en la tabla 29, si la concentración de los diferentes contaminantes en una estación determinada corresponde a:

Tabla 29. Ejemplo de valores medidos en una estación.

PM_{10}	SO_x	NO_2	CO	O_3
50 $\mu g/m^3$	30 ppb	80 ppb	10 ppm	38 ppb

Fuente: CDMB

Al calcular el IBUCA para cada contaminante (ver tabla 30), como resultado de dividir la concentración de cada contaminante por su respectiva norma y multiplicar por 10, se tiene:

Tabla 30. Valores de IBUCA correspondientes a cada contaminante según el ejemplo.

IBUCA PM₁₀	IBUCA SO_x	IBUCA NO₂	IBUCA CO	IBUCA O₃
3,73	2,2	7,01	3,2	4,93

Fuente: CDMB.

El IBUCA de la estación corresponde a 7,01 y el contaminante responsable es NO₂.






El índice de calidad del aire se puede ver como una regla que va de 0 a 10. El valor más alto del IBUCA corresponde al nivel más alto de contaminación de aire y al efecto más perjudicial en la salud. Por ejemplo, un valor IBUCA de 2,60 representa un estado regular en la calidad del aire y poca probabilidad en el efecto de la salud, mientras que un valor IBUCA por encima de 10 representa una calidad del aire peligroso. Sin embargo, ciertos grupos de personas son particularmente sensibles a efectos dañinos de algunos contaminantes, es decir, que ellos son afectados a niveles más bajos que la población en general.

Un valor IBUCA de 2,50 corresponde a la cuarta parte de la norma de calidad local para los contaminantes, lo cual es el nivel que ha establecido la CDMB para proteger la salud de la población; de esta forma, valores por debajo de 2,50 son asociados como satisfactorios. La unidad de medida del índice es adimensional y posee una escala de 0 a 10 que depende del grado de contaminación del aire.

Este indicador está relacionado con la afectación que tiene la contaminación del aire sobre la salud humana.

A continuación en la tabla 31, se presenta la categorización de los valores de IBUCA, el cual tiene asignados unos colores específicos por cada una de las categorías para facilitar su interpretación por parte de la comunidad. Además los colores permiten determinar rápidamente si los contaminantes en el aire se encuentran en niveles perjudiciales para la salud.

Tabla 31. Categorización de los valores de IBUCA.

IBUCA	DESCRIPCIÓN	CARACTERIZACIÓN	COLOR
0 – 1,25	Bueno	La calidad de aire es considerada como satisfactoria y la afectación en la contaminación del aire es pequeña y no evidencia ningún efecto en la salud humana.	
1,26 – 2,5	Moderado	La calidad de aire es aceptable y no tiene ningún efecto sobre la población en general.	
2,51 – 7,5	Regular	Aumento de molestias en personas con padecimientos respiratorios y cardiovasculares; aparición de ligeras molestias en la población en general.	
7,51 – 10	Malo	Agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades cardiacas o respiratorias. Afectación de la población sana.	
Mayor que 10	Peligroso	Alto riesgo para la salud de la población. Aparición de efectos al nivel de daño.	

Fuente: CDMB.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Resolución 0601 del 4 de Abril de 2006, en la cual reglamenta los nuevos valores máximos permitidos para cada contaminante que se muestran en la tabla 32. Sin embargo, esta reglamentación comienza a regir solo tres meses después de su publicación en el diario oficial.

Tabla 32. Valores máximos permitidos para cada contaminante según la nueva Resolución 0601.

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de Exposición
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Anual
		300	24 horas
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70	Anual
		150	24 horas
SO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.031 (80)	Anual
		0.096 (250)	24 horas
		0.287 (750)	3 horas
NO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.053 (100)	Anual
		0.08 (150)	24 horas
		0.106 (200)	1 hora
O ₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.041 (80)	8 horas
		0.061 (120)	1 hora
CO	ppm (mg/m^3)	8.8 (10)	8 horas
		35 (40)	1 hora

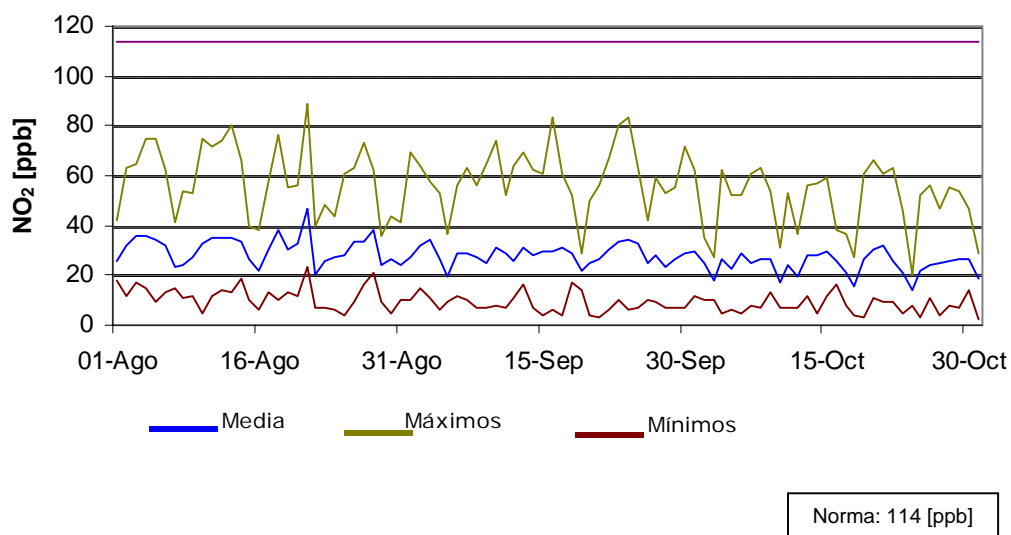
Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Mediciones de impacto ambiental en Bucaramanga.** Como se mencionó anteriormente la C.D.M.B., es la encargada de monitorear y controlar en el Área Metropolitana de Bucaramanga, la contaminación generada por factores como los procesos industriales, los desechos, las fuentes móviles, entre otros. A continuación se muestran los datos obtenidos por la estación Centro para cada uno de los contaminantes mencionados y su respectivo análisis, ya que es la estación más influenciada por las fuentes móviles, en especial los vehículos de transporte público. Estos datos se tomaron durante los meses de agosto,

septiembre y octubre del año 2004, ya que es costumbre de la C.D.M.B. realizar los análisis trimestralmente. Se tomó este informe ya que los estudios ambientales presentados anteriormente también se desarrollaron por esa época y esto permite realizar una comparación más objetiva.

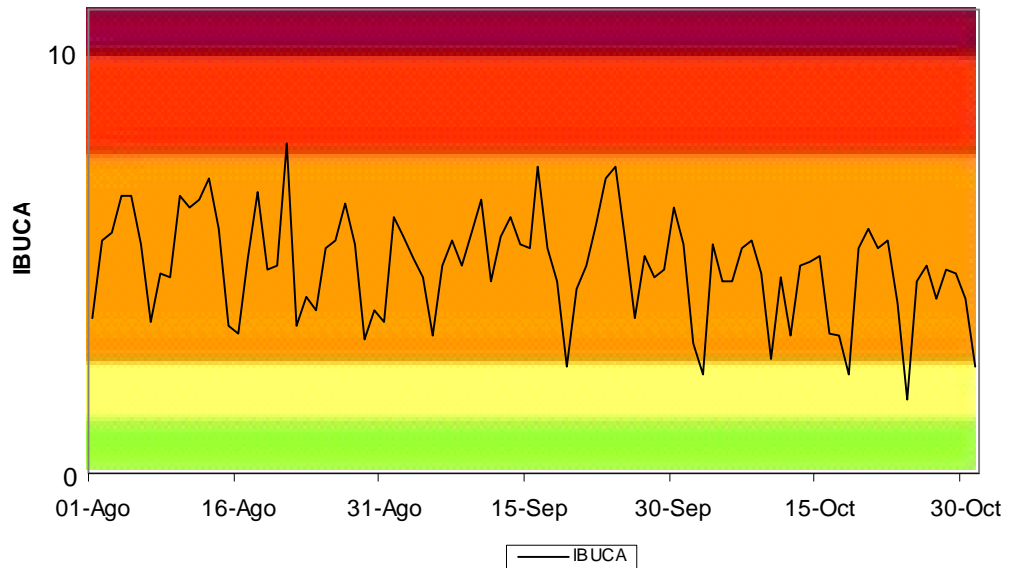
➔ **Análisis de datos del dióxido de nitrógeno NO₂.** Los valores registrados por dicha estación para este contaminante se encuentran representados en las siguientes figuras.

Figura 16. Concentración del dióxido de nitrógeno.



Fuente: CDMB.

Figura 17. Índice de calidad del aire del dióxido de nitrógeno.



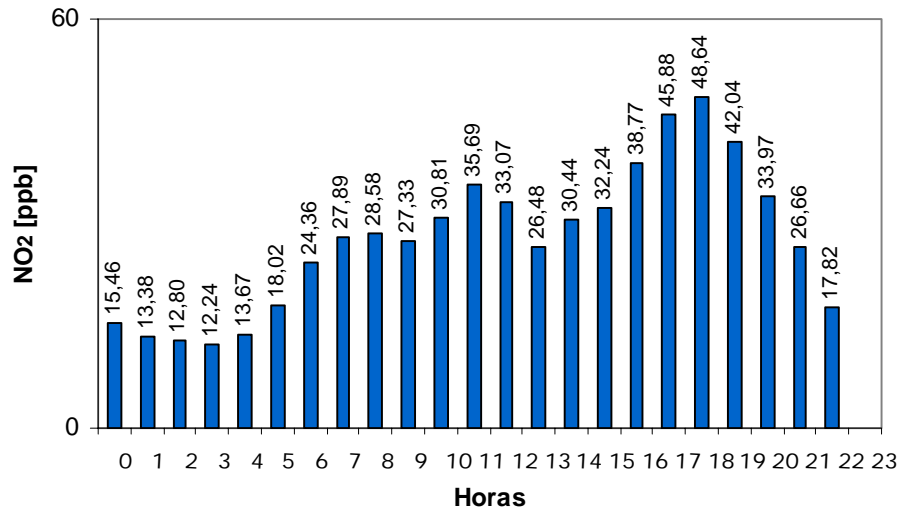
Fuente: CDMB.

De las anteriores figuras podemos decir que los valores de concentración de dióxido de nitrógeno fueron altos en varias ocasiones, se registraron datos superiores a 78 ppb y solo en un día (entre el 15 y 31 de agosto) se superó el 75% de la norma, lo cual equivale a la clasificación de "malo" (color rojo) según el Índice de Calidad del Aire IBUCA. De esta manera, se concluye que ningún valor de concentración sobrepasó la norma permitida para este contaminante, establecida en 114 ppb.

Como se puede observar en la figura del IBUCA, el 95,7% se ubicaron en la franja del naranja clasificándose como "regulares", lo cual implica efectos significativos sobre la salud de las personas que presentan problemas respiratorios y cardiovasculares. El valor promedio de NO_2 fue de 27,8 ppb y un máximo de 89 ppb.

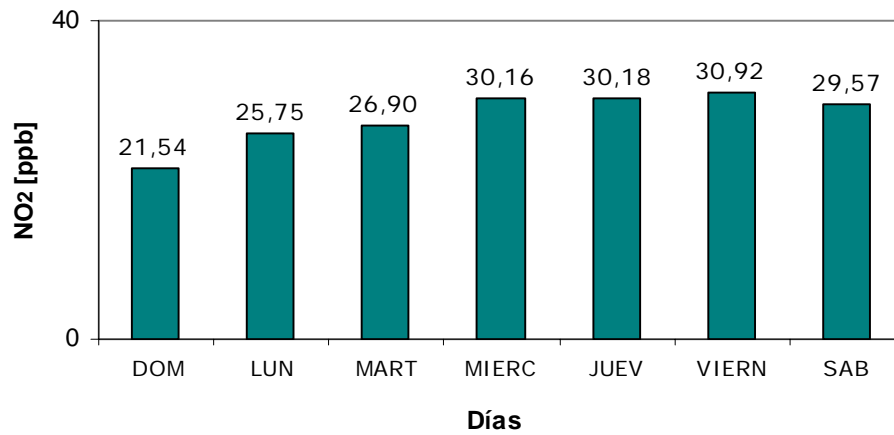
A continuación en las figuras 18 y 19 se presentan los valores promedio de NO_2 registrados durante las 24 horas del día y los siete días de la semana.

Figura 18. Promedio horario del dióxido de nitrógeno.



Fuente: CDMB.

Figura 19. Promedio semanal del dióxido de nitrógeno.



Fuente: CDMB.

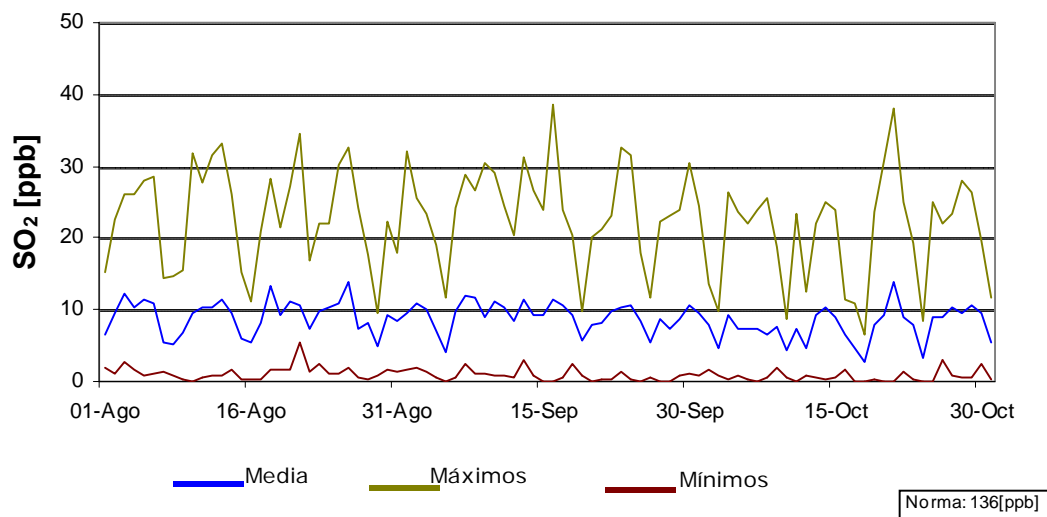
La figura de promedio horario agosto - octubre ilustra que a partir de las 6:00 a.m. los valores de NO₂ empiezan a aumentar debido principalmente al

incremento del flujo vehicular sobre la carrera 15, con valores picos en los siguiente horarios: en la mañana de 7:00 a 8:00 h., al mediodía de 11:00 a 12:00 h. y en la tarde de 17:00 a 18:00 h.

Los máximos valores se registraron entre las 5:00 y 7:00 p.m. Ahora, de la figura de promedio semanal se observa una gran disminución en la contaminación de NO₂ para los días domingos, llegando a valores de 21,54 ppb, producto de la disminución del transito vehicular por la carrera 15.

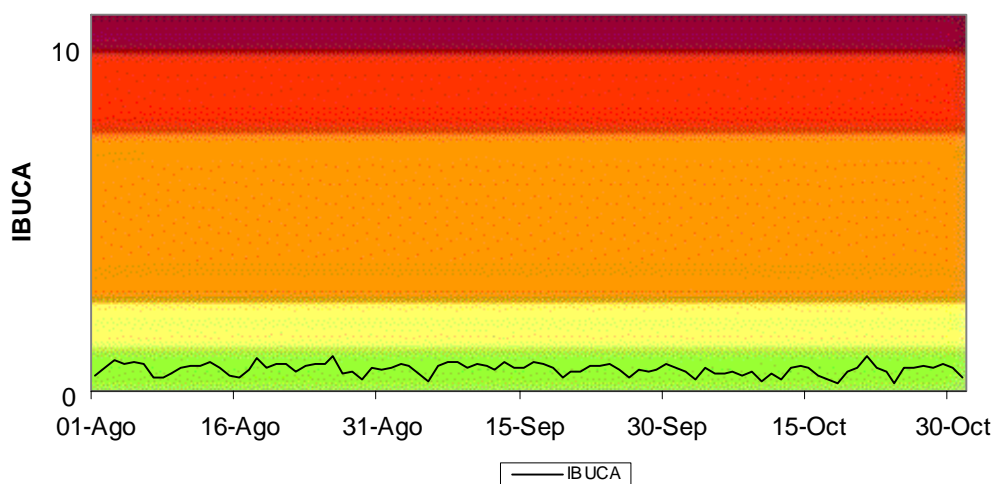
➔ **Análisis de datos del dióxido de azufre SO₂.** Para el análisis de los datos proporcionados por la estación en cuanto a dióxido de azufre se refiere, se tienen en cuenta las siguientes figuras.

Figura 20. Concentración del dióxido de azufre.



Fuente: CDMB.

Figura 21. Índice de calidad del aire del dióxido de azufre.

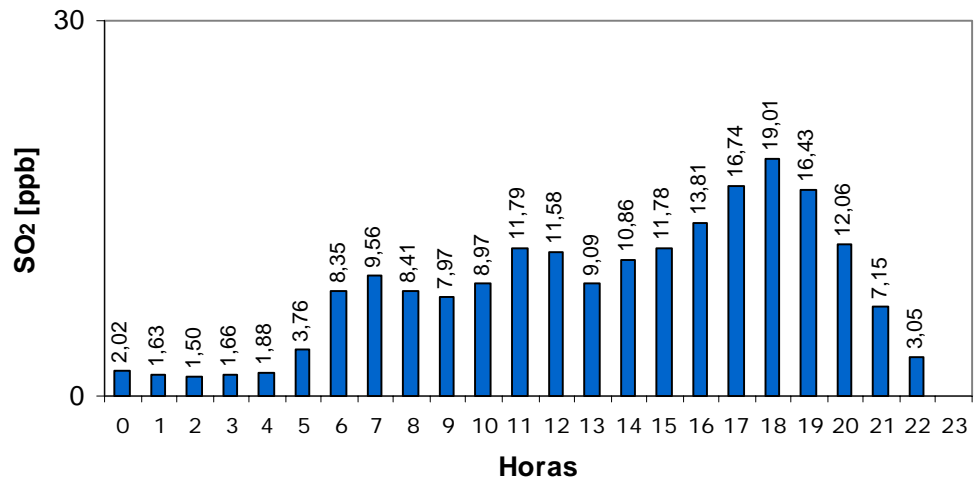


Fuente: CDMB.

Durante el monitoreo realizado en este trimestre, en ningún día se superó el 12,5% de la norma, ubicándose el 100% de los datos en la franja del color verde con la clasificación de "bueno" según el Índice de Calidad del aire IBUCA. De esta forma se concluye, que este contaminante primario no representa una incidencia significativa sobre la salud de la población. En conclusión, ningún dato de concentración superó la norma vigente. El valor promedio de SO₂ fue de 8,69 ppb y un máximo de 38,68 ppb.

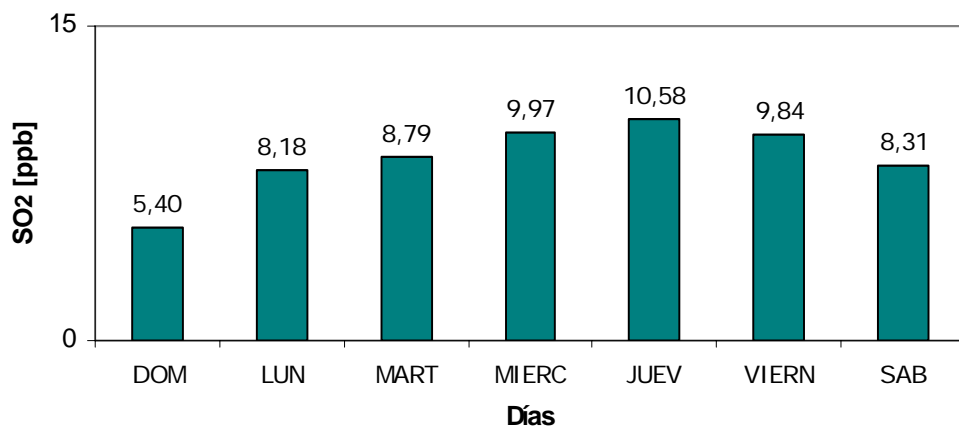
A continuación en las figuras 22 y 23 se presentan los valores promedio de SO₂ registrados durante las 24 horas del día y los siete días de la semana.

Figura 22. Promedio horario del dióxido de azufre.



Fuente: CDMB.

Figura 23. Promedio semanal del dióxido de azufre.



Fuente: CDMB.

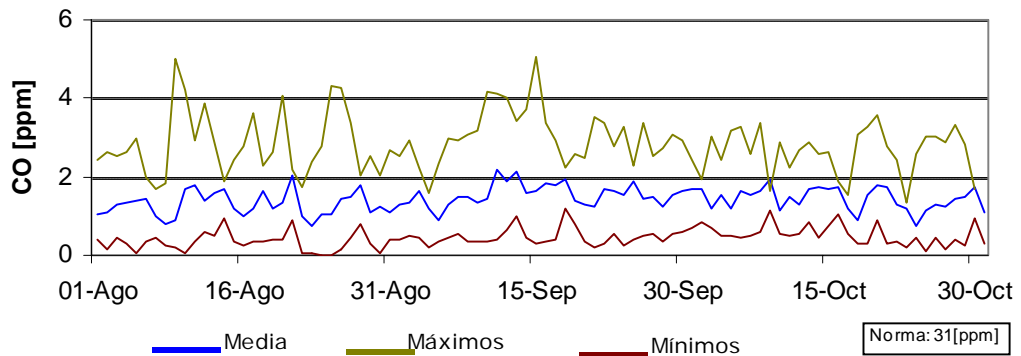
Del análisis de la figura de promedio horario del dióxido de azufre se puede determinar la tendencia diaria del contaminante; de esta forma se observa un aumento significativo de concentración entre las 6:00 a 8:00 a.m y 5:00 a 7:00

p.m. correspondientes a las horas de mayor tránsito vehicular; sin embargo, como se mencionó anteriormente los valores promedio obtenidos no representan problemas relevantes para la población.

Igual a la situación presentada para el NO₂, la figura de promedio semanal presenta los valores más bajos de concentración de SO₂ para los días domingos coincidiendo con los días de menor flujo vehicular en la zona Centro.

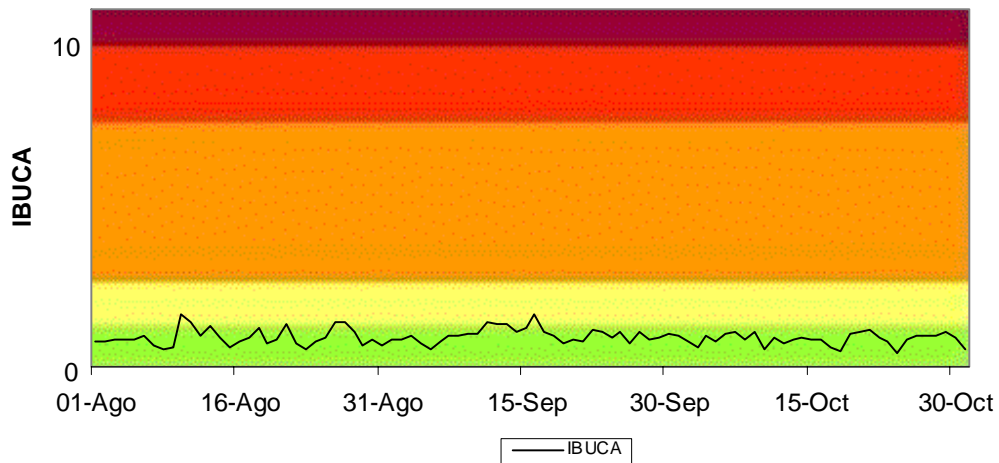
➔ **Análisis de datos del monóxido de carbono CO.** Los datos proporcionados por la estación para este contaminante están representados en las figuras 24 y 25.

Figura 24. Concentración del monóxido de carbono.



Fuente: CDMB.

Figura 25. Índice de calidad del aire del monóxido de carbono.

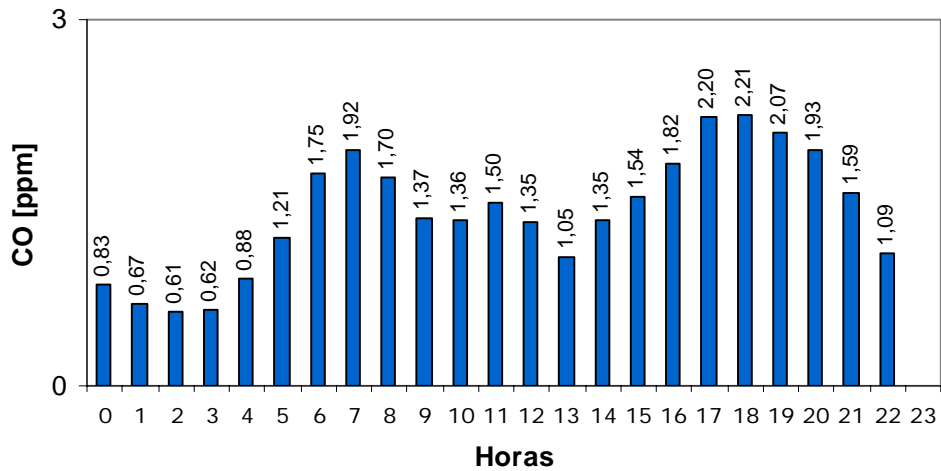


Fuente: CDMB.

De las anteriores figuras se puede establecer que el 9 de agosto y 15 de septiembre, fueron los días de mayor concentración de monóxido de carbono en este trimestre, obteniendo la clasificación de "moderado" (color amarillo) según el índice de calidad del aire IBUCA. Por esto el 90% de los días monitoreados se clasificaron como "buenos" y por lo tanto la afectación en la salud de la población debido al CO no fue altamente significativo.

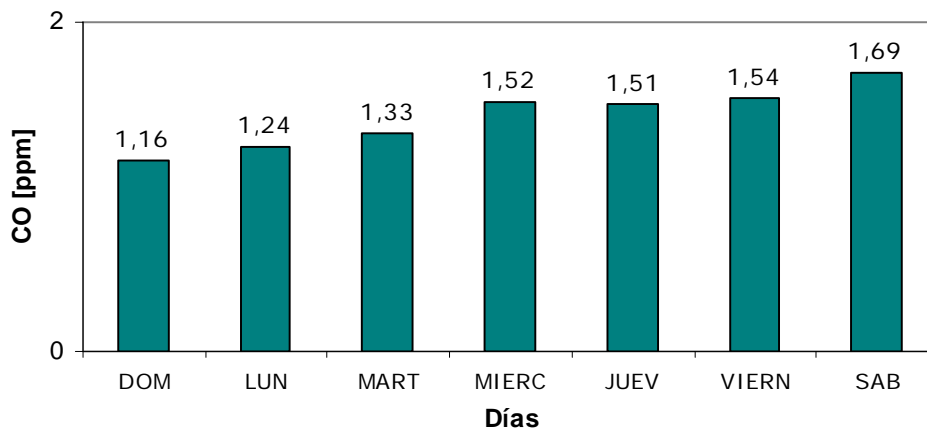
En las figuras 26 y 27 se puede observar más detenidamente el comportamiento de este contaminante durante el transcurso del día y a lo largo de la semana.

Figura 26. Promedio horario del monóxido de carbono.



Fuente: CDMB.

Figura 27. Promedio semanal del monóxido de carbono.

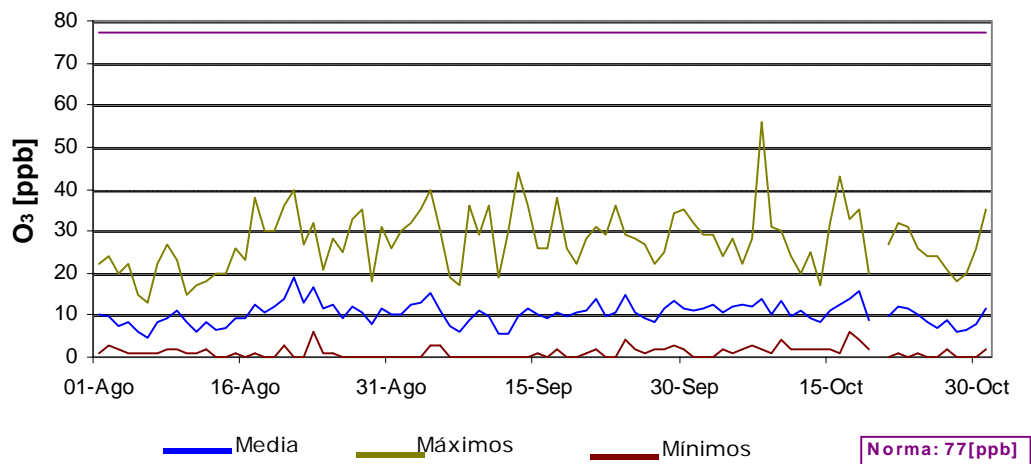


Fuente: CDMB.

Las mayores concentraciones de monóxido de carbono de la figura de promedio horario, se registraron entre las 6:00 y 8:00 a.m. y luego entre las 5:00 y 8:00 p.m., las cuales corresponden a las horas de mayor tránsito de vehículos. La figura de promedio semanal del CO muestra a los domingos como los días de menor concentración y los sábados como los más altos con una diferencia de 31%.

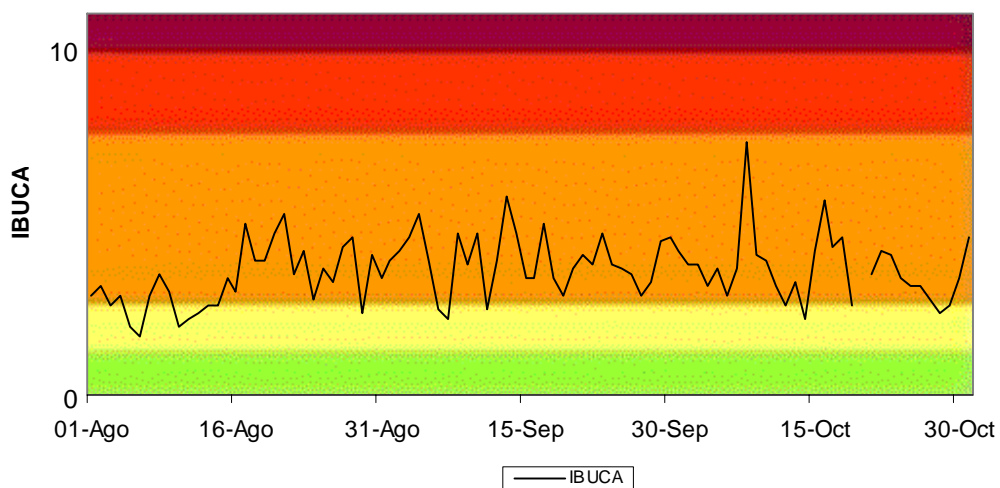
➔ **Análisis de datos del ozono O₃.** Prosiguiendo con los análisis se encuentran los datos registrados por la estación Centro correspondientes al contaminante ozono, las figuras 28 y 29 representan dichos datos.

Figura 28. Concentración de ozono.



Fuente: CDMB.

Figura 29. Índice de calidad del aire del ozono.

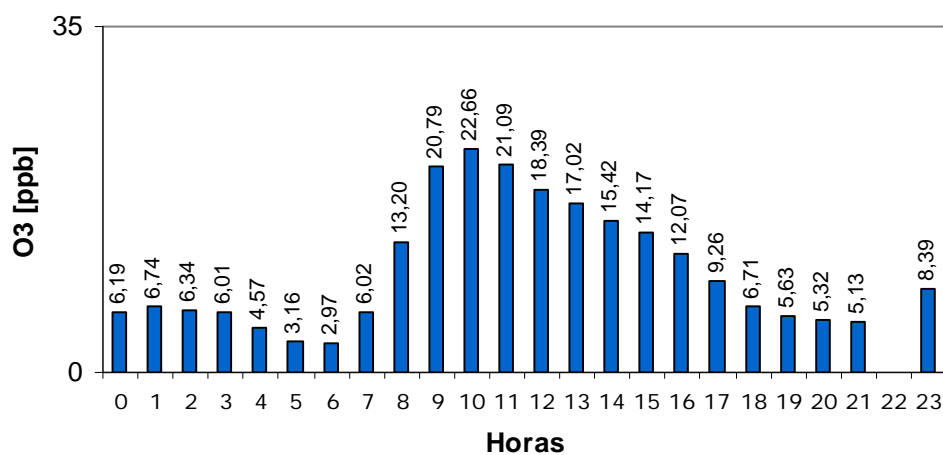


Fuente: CDMB.

En los días 13 de septiembre, 8 y 16 de octubre, se presentó la mayor concentración de ozono en este trimestre, sin superar el 75% de la norma de 77 ppb. Para el índice de calidad del aire, se obtuvo el 88% de los datos con la clasificación de "regular" y el 12% restante en la franja amarilla; de esta forma se puede decir que toda la comunidad corría un gran riesgo ya que pudieron ver afectada su salud, en especial aquellas personas con problemas respiratorios y cardiovasculares.

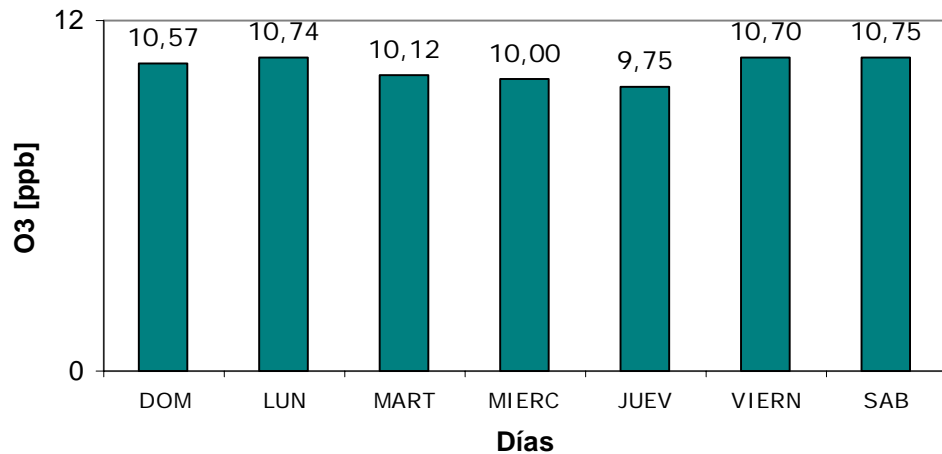
El comportamiento diario y semanal de este contaminante se puede ver y analizar en las siguientes figuras.

Figura 30. Promedio horario del ozono.



Fuente: CDMB.

Figura 31. Promedio semanal del ozono.



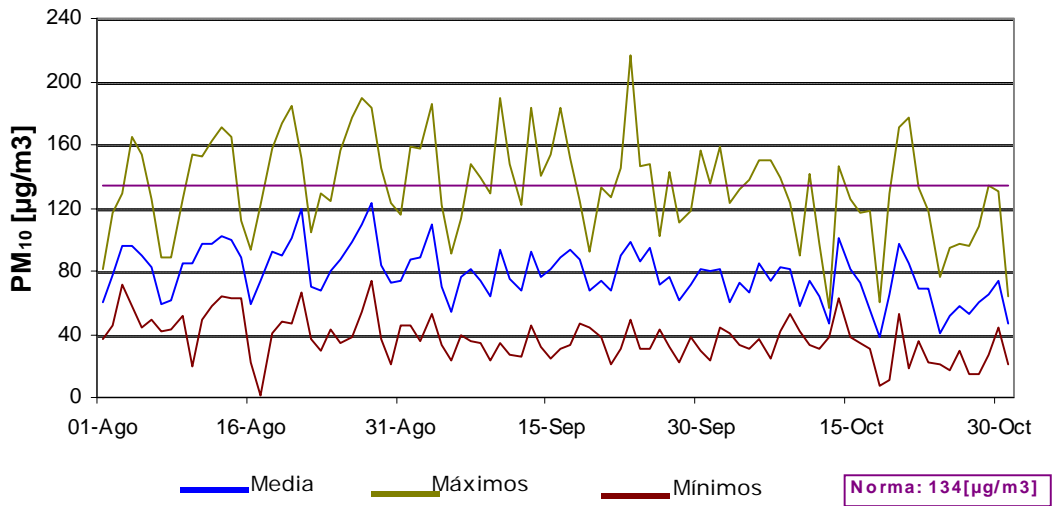
Fuente: CDMB.

La figura de promedio horario del ozono muestra la relación directa de dicho parámetro con las horas de mayor presencia de radiación solar; de esta forma, los valores más altos de concentración se registraron entre las 8:00 a.m. y 5:00 p.m. con un efecto de dispersión retardado en horas de la noche y la madrugada.

Contrario al comportamiento típico de los otros contaminantes monitoreados, la figura de promedio semanal del ozono está ligada a los días de mayor radiación solar y por lo tanto no se presenta el día domingo como el de menor concentración, situación que si se presenta en los otros casos.

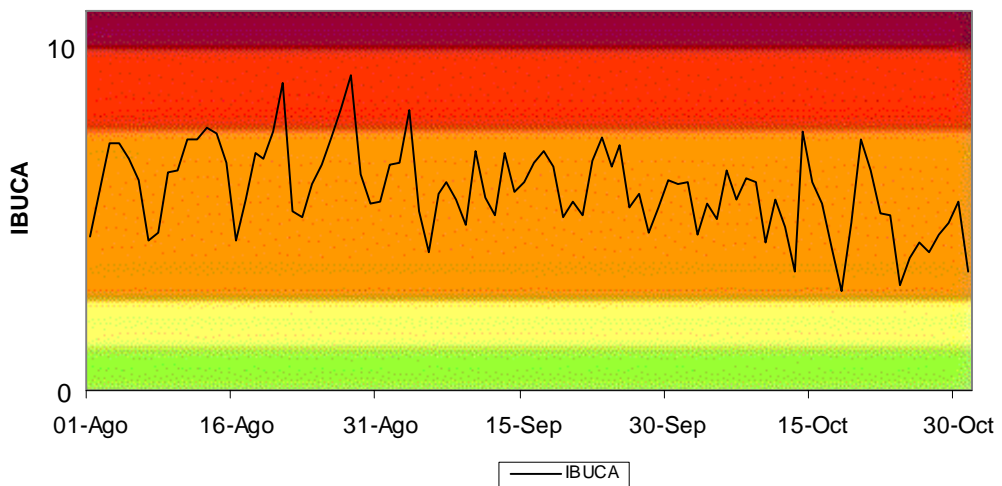
➔ **Análisis de datos del material particulado PM₁₀.** Para finalizar con el análisis de los contaminantes se presentan los datos correspondientes al material particulado, en las figuras 32 y 33 se puede ver su comportamiento.

Figura 32. Concentración de material particulado.



Fuente: CDMB.

Figura 33. Índice de calidad del aire del material particulado.

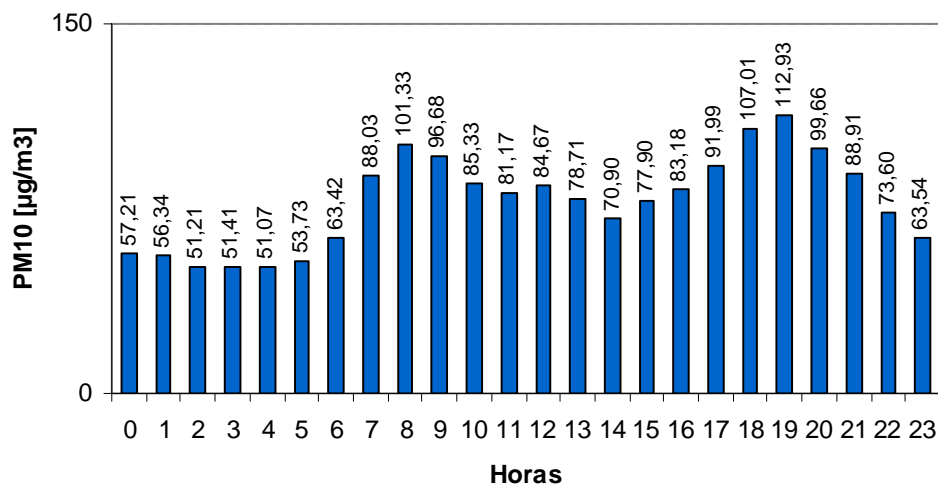


Fuente: CDMB.

Entre los meses de agosto a octubre se alcanzaron concentraciones de material particulado respirable significativamente altas, tal como se observa en la figura de valores máximos; la máxima concentración registrada fue de 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el 23 de septiembre. Con respecto a la figura del Índice de calidad del aire IBUCA se superó en 4 días de agosto y uno de septiembre el 75% de la norma de 134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obteniendo la clasificación de "malo". Los demás valores de concentración promedios diarios se ubicaron en la franja de color "naranja" o su equivalente a "regular" en la clasificación epidemiológica; esto indica el riesgo a que estuvo expuesta la gente que circulaba por ese sitio, en especial los que sufren de enfermedades del sistema respiratorio.

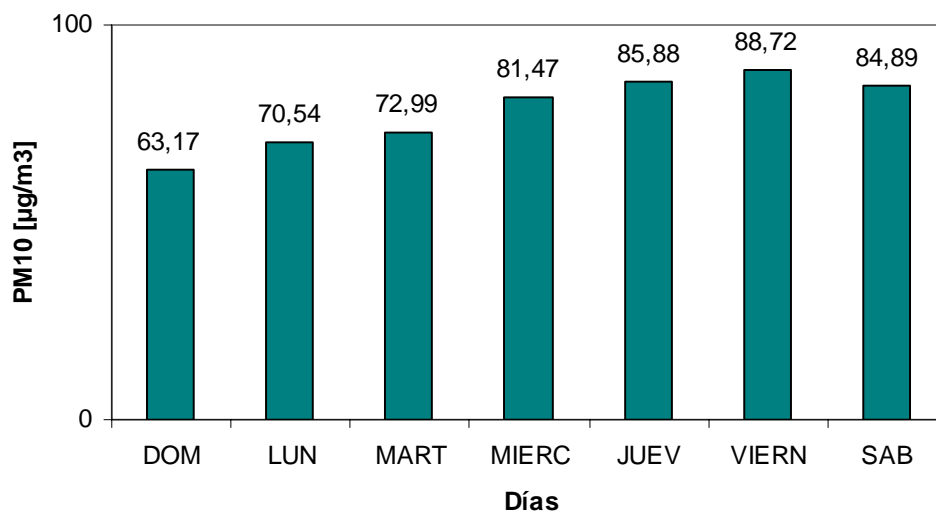
Ahora se puede ver el comportamiento diario y semanal de este contaminante en las siguientes figuras.

Figura 34. Promedio horario del material particulado.



Fuente: CDMB.

Figura 35. Promedio semanal del material particulado.



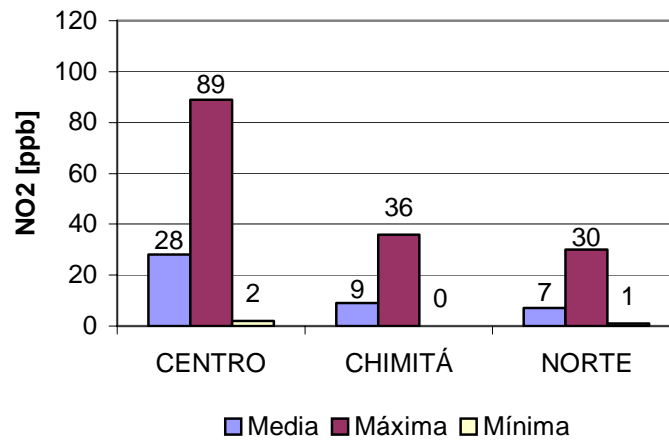
Fuente: CDMB.

Las horas de mayor concentración promedio horario de material particulado respirable inferior a 10 micras corresponden a los intervalos del día en que hay mayor tránsito de vehículos. La figura de promedio semanal muestra una reducción de 29% entre el día de menor y mayor concentración (domingo y viernes). Este resultado es equivalente a los días de menor y mayor número de vehículos circulando por la zona.

- **Comparación de datos entre estaciones.** A continuación se muestran datos tomados por las estaciones que conforman la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de la C.D.M.B. y se comparan entre sí para ver el comportamiento que presentan dependiendo de la ubicación de cada una de ellas; cabe aclarar que no se toman ni todas las estaciones ni todos los contaminantes, solo algunos que demuestran la influencia de las fuentes móviles en la contaminación de la ciudad y su área metropolitana.

En primera instancia se tienen datos de los niveles de dióxido de nitrógeno registrados por las estaciones Centro, Chimitá y Norte, representados en la siguiente figura:

Figura 36. Comparación dióxido de nitrógeno por estaciones.



Fuente: CDMB.

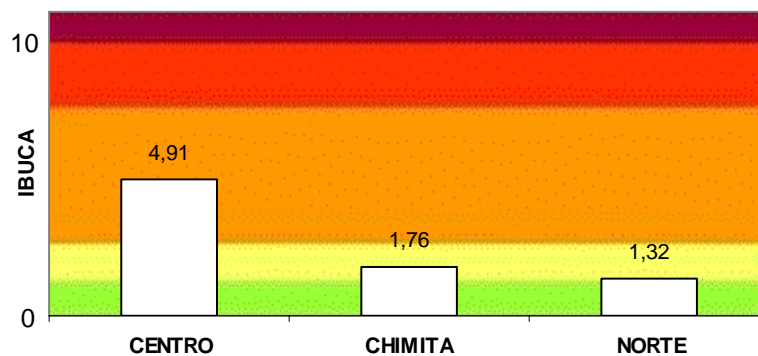
En la tabla 33 se pueden ver los valores del índice de calidad del aire para el dióxido de nitrógeno de cada una de las estaciones nombradas anteriormente y se representan en la figura 37.

Tabla 33. Índices de calidad del aire del NO₂ para cada estación.

	MEDIA	MAX.	MIN.	IBUCA	DESCRIPCIÓN
CENTRO	27,80	89	2	4,91	Regular
CHIMITÁ	8,82	36	0	1,76	Moderado
NORTE	7,34	30	1	1,32	Moderado

Fuente: CDMB.

Figura 37. Comparación del índice de calidad del aire del NO₂ por estaciones.



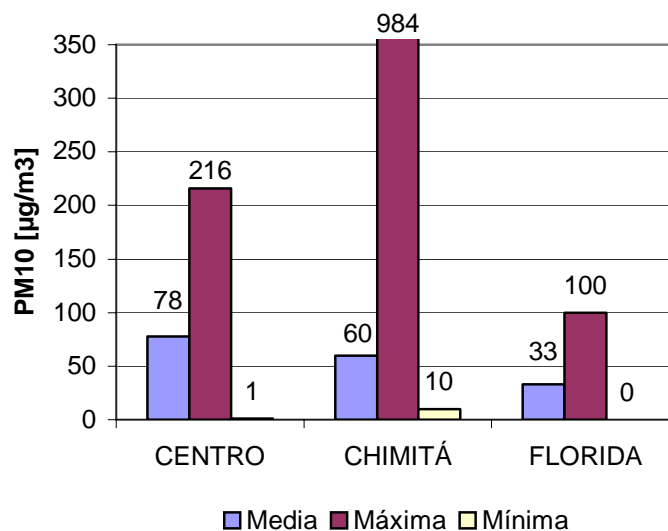
Fuente: CDMB.

La figura de comparación de NO₂ presenta valores más altos de concentración en la estación Centro, debido principalmente al mayor flujo vehicular y velocidad crucero inferior con respecto a la zona de influencia de las otras dos estaciones. El valor promedio de estos tres meses del año obtenido en la estación Centro fue de 27,80 ppb equivalente a tres veces el valor registrado en las estaciones Chimitá y Norte.

De acuerdo a los anteriores resultados es mayor la afectación en la salud de la población debido a este contaminante primario en el Centro de Bucaramanga, especialmente para las personas que presentan problemas respiratorios y cardiacos.

Ahora se puede ver en la figura 38 la comparación de los datos obtenidos por las estaciones Centro, Chimitá y Florida para el material particulado.

Figura 38. Comparación material particulado por estaciones.



Fuente: CDMB.

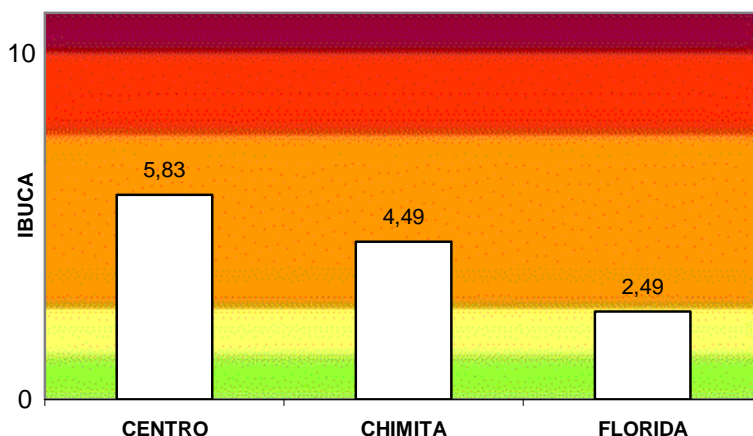
En la tabla 34 se encuentran los valores de los índices de calidad del aire para cada estación, los cuales se pueden apreciar mejor en la figura 39 respectiva.

Tabla 34. Índices de calidad del aire del PM₁₀ para cada estación.

	MEDIA	MAX.	MIN.	IBUCA	DESCRIPCIÓN
CENTRO	78,09	216,04	1,03	5,83	Regular
CHIMITÁ	60,14	983,84	9,74	4,49	Regular
FLORIDA	33,41	99,66	0,18	2,49	Moderado

Fuente: CDMB.

Figura 39. Comparación de los índices de calidad del aire del PM₁₀ por estaciones.



Fuente: CDMB.

Los promedios de concentración del material particulado registraron una mayor concentración en la zona Centro, seguida por la estación de Chimitá. Como se ha analizado en los demás casos, el gran flujo vehicular sobre la carrera 15 de vehículos de transporte público redundaba en altos índices de contaminación de material particulado respirable.

El valor máximo de 983,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrado en la estación Chimitá se debió a que por esos días se realizaba el mantenimiento a los tanques de almacenamiento de la empresa Terpel.

El índice de calidad del aire debido al PM₁₀ es clasificado como regular para el Centro y Chimita y moderado en la estación de Florida. La anterior situación y la comparación de los demás parámetros, ubica al material particulado respirable

como el principal problema que afrontan los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga.

Del anterior informe se puede decir que los valores registrados para algunos contaminantes como el CO, el SO₂, y el NO_x, no registraron valores altos y por eso se consideró que no eran perjudiciales para la salud, sin embargo, esto no quiere decir que la contaminación era baja, por el contrario puede indicar que la norma vigente a la realización de éste era poco estricta para ellos.

Comparando el valor límite local del PM₁₀ (134 µg/m³ a la fecha del informe) con el de Santiago de Chile (50 µg/m³) se puede decir que era muy flexible teniendo en cuenta que Santiago tiene este valor desde 1997, lo que le ha permitido disminuir en gran medida la contaminación por este agente.

2.2.4 Comparación de las normas de calidad del aire de Ciudad de México, Santiago de Chile y Colombia. En la tabla 35 se muestran los valores correspondientes a las normas ambientales de las ciudades antes mencionadas y de la nueva norma que regirá a partir de julio de 2006 en Colombia; estos valores fueron tomados en unidades de µg/m³ para facilitar la comparación, sin embargo, para el caso de contar con datos dados en ppm, se presenta la siguiente fórmula que permite hacer la conversión a dichas unidades:

$$C(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{10^3 \times C(\text{ppm}) \times PM}{V_{mol}}$$

Donde:

C(µg/m³) = Concentración en microgramos por metro cúbico

C (ppm) = Concentración en partes por millón

PM = peso molecular del gas en g/mol

V_{mol} = volumen ocupado por un mol de gas en l/mol

Para cualquier gas el V_{mol} será igual a 22,4 l/mol en condiciones de 0° C de temperatura y 1 atm de presión².

Tabla 35. Comparación de las normas de calidad del aire de Santiago de Chile, Ciudad de México y Colombia (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Contaminante	Santiago de Chile	Ciudad de México	Colombia	Tiempo de Exposición
PM10	50	50	70	Anual
	150	150	150	24 horas
PM2,5	-	15	-	Anual
	-	65	-	24 horas
SO₂	80	79	80	Anual
	250	341	250	24 horas
NO₂	100	-	100	Anual
	400	395	200	1 hora
O₃	120	-	80	8 horas
	-	216	120	1 hora
CO	10.000	12.595	10.000	8 horas
	30.000	-	40.000	1 hora

Fuente: CONAMA RM, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

Al observar la tabla se aprecia claramente que la nueva norma colombiana está a la par con las normas de esas ciudades tan contaminadas, siendo para algunos contaminantes como el O₃ un poco más estricta. Aunque respecto al PM₁₀ la nueva norma reglamenta un valor de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, es evidente que este continúa siendo tolerante en comparación con los estándares internacionales, lo que debe ser motivo de preocupación teniendo en cuenta que estas ciudades han establecido dichos límites desde hace ya varios años.

² ALEMANY Vincent y LÓPEZ Amparo. Dispersión de Contaminantes en la Atmósfera. Ciudad de México: Alfaomega Grupo Editor, 2004. Pág. 5.

En cuanto al $PM_{2,5}$, Santiago de Chile a pesar de no tener establecida una norma para este contaminante, lo está monitoreando desde 1989 y ha logrado reducirlo en alrededor de un 50% en los últimos años. La autoridad ambiental local con ayuda de la Secretaría de Salud Departamental, se encuentra en un proceso de identificación de la incidencia del PM_{10} en la salud de la población asociado a la generación de enfermedades respiratorias para cuantificar el daño producido por este contaminante. Por lo anterior no se ha contemplado monitorear el $PM_{2,5}$ hasta que no se haya finalizado este proceso y se vea la necesidad de hacerlo, aún conociendo los graves daños que ocasiona en la salud de las personas; sin embargo, en dado caso que quieran hacerlo, la nueva norma establece que deben tomar los límites determinados por la EPA de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual y de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración diaria, los mismos que ha adoptado la norma mexicana.

Por último, tanto Santiago de Chile como Ciudad de México han establecido planes de descontaminación serios, con objetivos a cumplir a corto, mediano y largo plazo, y dentro de los cuales se proponen estrategias a seguir para alcanzarlos, dichos planes les han permitido bajar la contaminación ambiental a niveles aceptables. No todas estas estrategias son de carácter represivo, algunas consisten en incentivar a los propietarios de vehículos para que los mantengan en buenas condiciones y a cambio les permiten su libre movilización, lo que para una empresa de transporte de mercancías puede significar mayores ingresos.

Esto también lo han logrado porque las personas han tomado conciencia de la importancia de disminuir la contaminación y asumen las medidas de la mejor manera posible tratando de colaborar al máximo cumpliéndolas, es decir, han asumido una cultura ambiental encaminada a respirar un aire más limpio con la ayuda y para beneficio de todos. De igual forma la colaboración de cada una de las entidades públicas comprometidas en el tema ambiental, trabajando

unificadamente y dejando a un lado los intereses particulares y políticos han permitido el desarrollo de estos planes.

Se puede concluir entonces, que Bucaramanga y en general la mayoría del país presenta una gran falencia al no tener equipos que midan el $PM_{2,5}$ que es la fracción más peligrosa del material particulado. Pero sobre todo su falla radica en que como en casi todas las ciudades del país, no se ha realizado ningún inventario de emisiones que permita saber cual es el sector que aporta la mayor cantidad de contaminantes al ambiente, y que de igual forma sirva de base para elaborar un plan de descontaminación o de control de la misma. Si se tuviera un estudio de este tipo se podrían establecer metas claras para alcanzar en determinados lapsos de tiempo, y de él también se derivarían las medidas o acciones que permitirían su eficaz cumplimiento.

La red de monitoreo ambiental de la CDMB se encuentra enlazada y envía datos de forma automática y en tiempo real a la sede principal, sin embargo el procesamiento de estos datos se realiza manualmente lo que demora su publicación en la página web (www.cdmb.gov.co). Sería bueno que todo el proceso fuera automático y que las personas tuvieran acceso a los datos en tiempo real cuando ingresaran a la página, esto con el fin de permitirles su participación activa en la disminución de la contaminación y no solo esperar a que las entidades encargadas actúen.

3. CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR Y DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

3.1 FUNDAMENTO LEGAL

Con base en lo estipulado en la Ley 769 de 2002 en el Artículo 28. *Condiciones Técnico-Mecánica, de gases y de operación*: los vehículos que transiten en el territorio nacional deben garantizar un buen estado de:

1. Frenos.
2. Sistema de Dirección.
3. Sistema de Suspensión.
4. Señales visuales y audibles en niveles permitidos según las autoridades ambientales.
5. Emisión de gases en niveles permitidos según las autoridades ambientales.
6. Estado adecuado de las llantas.
7. Estado adecuado del conjunto de vidrios, espejos y elementos de seguridad.

Igualmente en el Artículo 50. *Condiciones mecánicas y de seguridad* y en el Artículo 51. *Revisión vehículos de servicio público*: la revisión técnico-mecánica y de gases estará destinada a verificar:

1. El adecuado estado de la carrocería.
2. Niveles de emisión de gases y elementos contaminantes acordes con la legislación vigente sobre la materia.
3. El buen funcionamiento del sistema mecánico
4. Funcionamiento adecuado del sistema eléctrico y del conjunto óptico.
5. Eficiencia del sistema de combustión interno.
6. Elementos de seguridad.

7. Buen estado del sistema de frenos constatando, especialmente, en el caso en que éste opere con aire, que no emita señales acústicas por encima de los niveles permitidos.
8. Las llantas del vehículo.
9. El buen funcionamiento de la puerta de emergencia.
10. El buen funcionamiento de los dispositivos utilizados para el cobro en la prestación del servicio público.

Así mismo el Artículo 52. *Periodicidad y cobertura de la revisión de gases* y el Artículo 53. *Centros de diagnóstico automotor*: la revisión técnico-mecánica y de gases se realizará en centros de diagnóstico automotor, legalmente constituidos, que posean las condiciones mínimas que determinen los reglamentos emitidos por el Ministerio de Transporte y el Ministerio del Medio Ambiente en lo de sus competencias. Los resultados de la revisión técnico-mecánica y de gases serán consignados en un formato uniforme cuyas características determinarán los Ministerios anotados.

Y el Artículo 54. *Registro computarizado*: los centros de diagnóstico automotor llevarán un registro computarizado de los resultados de las revisiones técnico-mecánicas y de gases de cada vehículo, incluso de los que no se aprueben.

Dichos artículos tienen como propósito fundamental garantizar las condiciones mínimas de seguridad y contaminación ambiental que deben cumplir los vehículos automotores para circular en el territorio nacional.

Basados en la Ley anterior los Ministerios de Transporte y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, emiten conjuntamente la Resolución N° 3500 del 21 de Noviembre de 2005, en la cual se reglamentan los centros de diagnóstico automotor, y en sus anexos END 36 y END 37, fijan las pautas técnicas tanto de equipos como de procedimiento de inspección.

3.3 PRUEBAS A REALIZAR EN LOS VEHÍCULOS

A continuación se describen las pruebas a que deben someterse los vehículos con base en la reglamentación ya mencionada, esto para garantizar su buen funcionamiento mecánico y por consiguiente su seguridad durante el tránsito por las carreteras nacionales.

3.2.1 Alineación de luces principales. La importancia de realizar esta prueba radica en la necesidad de garantizar el desplazamiento seguro del vehículo durante la noche y en situaciones de escasa visibilidad. Para esto, en primera instancia, se debe comprobar su funcionamiento y, como segunda medida, se debe verificar su correcta alineación para que cumplan su objetivo de iluminar la vía en la dirección correcta y que no vaya a perturbar la visibilidad de los vehículos que transitan en sentido contrario.

3.2.2 Emisión de gases contaminantes. En la emisión de gases contaminantes se evalúa la cantidad de gases que está expulsando el vehículo como producto de la combustión y que son nocivos para la salud y el medio ambiente; estos no deben sobrepasar los límites establecidos por las autoridades competentes, con esto se busca disminuir el grado de contaminación de las ciudades y sobretodo mantener un ambiente sano para vivir mejor.

3.2.3 Nivel de ruido producido por el vehículo. Este es un factor muy importante que muy pocas personas toman en cuenta por considerarlo poco nocivo para su salud, ya que no se detienen a evaluar el daño que les produce y prácticamente se han acostumbrado a vivir en medios altamente ruidosos; sin embargo es evidente que los ruidos intensos van mermando poco a poco la capacidad auditiva de las personas hasta el punto de que algunas pierden por completo este sentido. El objetivo de esta prueba es verificar que los ruidos emitidos por el vehículo ya sea por el pito, por la expulsión de los gases de escape y, aún por el simple funcionamiento del motor, no rebasen los límites establecidos

por las normas ambientales, garantizando un ambiente agradable para vivir y evitar el deterioro de la audición tanto del conductor como de los peatones.

3.2.4 Sistema de frenos. Dentro de todo el conjunto de pruebas a realizar es la de mayor importancia, debido a que si se llegara a presentar una falla en su funcionamiento, estaría en riesgo la vida de los ocupantes del vehículo y de los peatones. Es un sistema que no admite errores porque cualquiera que se presente acarrea consecuencias fatales. Con esta prueba se quiere verificar el correcto funcionamiento del sistema evaluando la capacidad de frenado de cada una de las ruedas, tanto para el freno de servicio como para el freno auxiliar. Además, se pueden constatar defectos como la ovalización en los frenos de campana y el desgaste irregular en los frenos de disco, que ocasionan disminución en la eficiencia de frenado.

3.2.5 Alineación de la dirección. Su importancia radica en que es el sistema que permite guiar correctamente al vehículo, proporciona estabilidad y seguridad durante el manejo, al mismo tiempo, permite que el desgaste de las ruedas sea homogéneo en todo su labrado traduciendo esto como un ahorro de dinero. Se mira que los ángulos de alineación de las ruedas (camber, caster y convergencia) sean los correctos, es decir, están geométricamente dispuestos para rodar en perfecta línea recta.

3.2.6 Sistema de suspensión. Proporciona a la dirección del vehículo una gran estabilidad lo que facilita una mejor conducción del mismo. Además, permite absorber los golpes producidos durante el tránsito por carreteras irregulares proporcionando un mayor confort para los ocupantes. Se realiza esta prueba con el fin de constatar el buen estado de los componentes de la suspensión como son, amortiguadores, muelles, etc.

3.2.7 Dispositivo para cobro en prestación de servicio público. Esta prueba hace referencia específicamente a la verificación del perfecto funcionamiento y la correcta calibración de los taxímetros, para que no se presenten abusos en el cobro del servicio por parte de las personas que lo ofrecen.

3.2.8 Inspección visual. En esta prueba se revisan aspectos sencillos del vehículo, pero no por eso menos importantes, que contribuyen a su buen funcionamiento y a la seguridad durante la marcha en carretera. Se revisan entre otros:

- El buen estado de las placas (incluidas las laterales y de techo para servicio público).
- Aviso visible de un número telefónico para informar sobre calidad del servicio (para servicio público, oficial, escolar y turístico).
- Equipo de prevención y seguridad (gato mecánico, cruceta, señales de carretera, extintor, tacos para bloquear el vehículo, linterna, llanta de repuesto, caja de herramientas y botiquín de primeros auxilios).
- La no presencia de defensas rígidas instaladas por personas distintas al fabricante.
- La existencia de dos salidas de emergencia laterales, esto aplica a los vehículos de transporte de pasajeros.
- Existencia y buen estado de la cubierta para la carga (para volquetas y remolques).
- El estado de la carrocería que incluye pintura, latonería y cojinería.
- El correcto funcionamiento del sistema eléctrico, revisando el buen estado del cableado y de la batería.
- El buen funcionamiento y estado del conjunto óptico que incluye: espejos retrovisores, vidrios panorámicos y de carrocería, luces internas y externas de carrocería y de techo, luces direccionales delanteras y traseras, de reversa, de cocuyos, de parada o freno, luces de la placa, entre otros.

- El buen estado y funcionamiento de los elementos de seguridad como son: cinturones de seguridad, limpiaparabrisas, las chapas de las puertas y compartimientos del vehículo.
- El buen estado de las llantas, en lo que se refiere a la profundidad de labrado y a la ausencia de grietas laterales. En el caso de reencauche verificar el buen estado del mismo. Comprobar la presión de aire en cada una de las ruedas, incluida la de repuesto.
- La presencia de sirenas, luces de alta intensidad y luces intermitentes, en los vehículos autorizados para su uso; y su respectiva cubierta para cuando transiten en sitios no autorizados.
- La no presencia de válvulas, resonadores y pitos en el sistema de freno de aire, en el sistema de bajo neumático y en el tubo de escape de gases.
- El correcto estado de funcionamiento del sistema silenciador en los gases de escape, así mismo, que no se presenten fugas en toda su longitud.
- La no presencia de holguras excesivas o fisuras en el conjunto del sistema de dirección y suspensión.
- La ausencia de fugas de aceite, líquido de frenos, líquido de enfriamiento, combustible y lubricante para cajas y transmisiones (valvulina).
- El funcionamiento óptimo de los instrumentos indicadores de control de las funciones principales del vehículo como el tacómetro, velocímetro, nivel de combustible, nivel de presión de aceite, temperatura del agua de enfriamiento, medidor de la presión de aire en el sistema de frenos y todos los demás que se encuentren en el tablero de instrumentos.

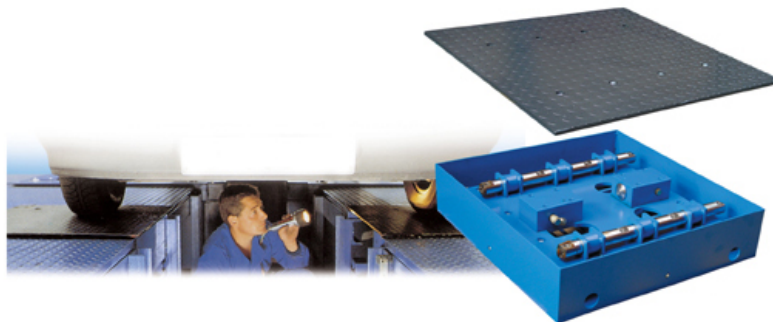
3.3 EQUIPOS NECESARIOS PARA EL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR

Un centro de diagnóstico automotor es el establecimiento o local en el que se lleva a cabo la revisión técnico-mecánica y la medición de las emisiones contaminantes de los vehículos automotores en circulación.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y para garantizar que se cumpla con todas estas disposiciones, un Centro de Diagnóstico Automotor debe contar como mínimo con los equipos que se describen a continuación. Las características técnicas que deben poseer cada uno de estos equipos están contempladas en la Especificación Normativa Disponible END 36 del ICONTEC.

3.3.1 Detector de holguras y juegos mecánicos. Equipo de gran utilidad en la inspección visual para detectar holguras que pueden existir en las ruedas, sistemas de dirección, órganos de suspensión y frenado, y en los elementos de vinculación entre aquellos órganos y el bastidor (figura 40).

Figura 40. Detector de holguras y juegos mecánicos.



Fuente: <http://www.ryme.es>

Por ser un equipo auxiliar no genera datos que puedan ser recolectados automáticamente, está provisto de unas placas que tienen movimientos longitudinales y transversales que permiten mover las ruedas para su inspección. Posee una lámpara halógena de alta potencia, con control de movimiento de placas incorporado, la cual le permite al operario desde el cárcamo o foso hacer la

revisión. Pueden ir incorporados a un elevador de tijeras o empotrados a lado y lado de un cárcamo o foso de inspección.

3.3.2 Elevador para vehículos o foso de inspección (cárcamo). Equipo auxiliar utilizado para levantar los vehículos y facilitar la inspección visual, por este motivo debe llevar incorporado el detector de holguras y juegos mecánicos (figura 41).

Figura 41. Elevador para vehículos.



Fuente: Catálogo de productos Beissbarth, Automobile Service Equipment.

Generalmente va empotrado a nivel del piso para facilitar el acceso del vehículo, su sistema de accionamiento es electrohidráulico y su diseño estructural debe permitir elevar con seguridad el vehículo y garantizar la estabilidad durante su funcionamiento.

En caso de que no se disponga de un elevador puede utilizarse un cárcamo o foso de inspección iluminado como reemplazo, igualmente es un elemento de apoyo para la inspección visual, solo hay que tener en cuenta que las placas para detección de holguras y juegos mecánicos deben ir instaladas a lado y lado del mismo (ver plano N° 4).

3.3.3 Terminal portátil. Elemento manual para recolectar los datos durante la realización de la inspección visual por parte de un operario (figura 42).

Figura 42. Terminal portátil.



Fuente: Catálogo de productos Muller Bem.

Debe ser de fácil manejo, de tal manera que permita tomar los datos y descargarlos al sistema rápidamente, portátil para permitir el libre desplazamiento del operario dentro, alrededor y debajo del vehículo lo que no sucedería si tuviera un cable de conexión permanente.

3.3.4 Medidor de presión de las llantas. Elemento sencillo, pero no por eso menos importante empleado durante la inspección visual, necesario para determinar el nivel de presión de aire de las llantas, el cual debe ser tal que no ocasione deterioro prematuro de las mismas y que facilite la conducción y el control del vehículo en movimiento (figura 43). Además, un nivel óptimo de presión en las llantas es indispensable para evitar errores en la toma de datos durante la inspección; por lo general su escala de medida es en psi.

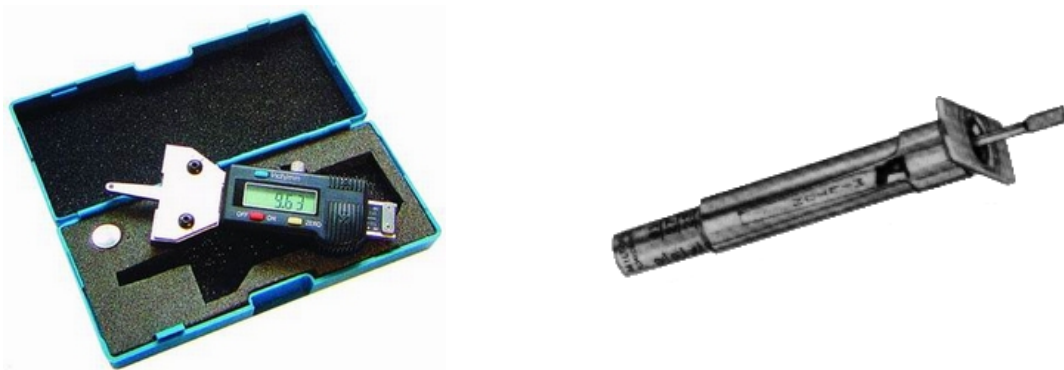
Figura 43. Medidores de presión de las llantas.



Fuente: <http://www.ryme.es> y <http://www.motosyequipos.com>

3.3.5 Medidor de profundidad del labrado de las llantas. Es otro sencillo elemento de ayuda para la inspección visual que permite reconocer si una llanta está en condiciones óptimas para rodar y no representa riesgo alguno para la seguridad del vehículo (figura 44). Su escala de medida es en mm.

Figura 44. Medidores de profundidad del labrado de las llantas.



Fuente: <http://www.ryme.es> y <http://www.capris.co.cr>

3.3.6 Alineador al paso. Equipo para medir automáticamente los ángulos de inclinación de las ruedas de los vehículos (figura 45).

Figura 45. Alineador al paso.



Fuente: <http://www.ryme.es>

Su diseño consiste en una placa de material no deformable, con posibilidad de deslizamiento con respecto al bastidor que debe ir empotrado a nivel del piso. Toma los datos de forma automática y los trasfiere al sistema computarizado para su análisis.

3.3.7 Banco de prueba de suspensión. Es utilizado para medir automáticamente la eficiencia de la suspensión de los vehículos por método de examen de vibración. Los resultados de las pruebas se dan en porcentajes de eficiencia y en valores máximos de amplitud de oscilación obtenidos en la frecuencia de resonancia del amortiguador (figura 46).

Figura 46. Banco de prueba de suspensión.



Fuente: <http://www.ryme.es>

Su diseño consta de doble placa oscilante empotrado a ras de piso, puede contar con celdas de pesaje automático y permite enlazarse con la red computarizada transfiriendo los datos de forma inmediata.

3.3.8 Frenómetro de rodillos. Permite medir automáticamente la eficiencia total de frenado en porcentaje tanto del freno de servicio como el de emergencia, también mide el desequilibrio dinámico de frenado entre las ruedas de un mismo eje en porcentaje. Además, mide la ovalización de tambores de freno, el pandeo de los discos de freno y la fuerza de frenado en cada rueda. Debe permitir inclusive realizar pruebas a vehículos equipados con sistemas antibloqueo (ABS), sistemas de transmisión permanente a las cuatro ruedas (tracción integral ó 4 x 4), figura 47.

Figura 47. Frenómetro de rodillos.



Fuente: Catálogo de productos HPA, Líneas de Inspección Técnica Vehicular, ITV.

Los rodillos poseen una superficie antideslizante para evitar que las llantas patinen y garantizar al máximo la confiabilidad de la prueba, viene equipado con sistema de pesaje automático que reconoce y registra el peso del vehículo antes de iniciar la prueba y se conecta en red con los demás equipos enviando igualmente los datos de forma inmediata al sistema para su respectivo análisis.

En el mercado se encuentran frenómetros de placas, pero estos no son recomendables, ya que por su diseño la prueba debe realizarse con el vehículo en movimiento a una velocidad entre 4 y 15 km/h, lo cual puede ocasionar accidentes; también son muy susceptibles a generar errores en la toma de datos debido a que el operario debe calcular el momento en el cual el vehículo se encuentra sobre las placas para accionar los frenos, figura 48. Además, necesitan más espacio para la realización de la prueba y no permiten medir defectos como la ovalización de las campanas de frenado o el pandeo de los discos de frenado.

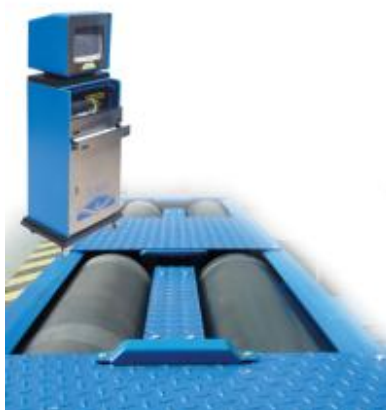
Figura 48. Frenómetro de placas.



Fuente: <http://www.ryme.es>

3.3.9 Velocímetro. Es utilizado para ensayar y determinar el estado del taxímetro, permite cuantificar el tiempo, el espacio recorrido y el precio del desplazamiento realizado, identificando errores en el cobro, según las tarifas vigentes (figura 49).

Figura 49. Velocímetro.



Fuente: <http://www.ryme.es>

Los rodillos proporcionan el movimiento a las ruedas en procura de que el motor del vehículo permanezca apagado durante la prueba, evitándose al máximo el riesgo de accidentes.

3.3.10 Analizador de gases. Equipo para determinar los niveles de contaminantes emitidos a través del tubo de escape por los vehículos que utilizan como combustible gasolina; estos equipos deben cumplir con la Norma Técnica Colombiana NTC 4983: “Calidad del aire. Evaluación de los gases de escape de fuentes móviles a gasolina. Método de ensayo en marcha mínima (ralentí) y velocidad cruceo y especificaciones para los equipos empleados en esta evaluación”. En ella se encuentran todas las características técnicas que deben adoptar estos equipos (figura 50). De manera análoga la norma NTC 5365 reglamenta el procedimiento de medición de las emisiones en los vehículos de dos y tres ruedas y cuatriciclos, y las especificaciones técnicas de los equipos utilizados para esta prueba.

Figura 50. Analizador de gases.



Fuente: Catálogo de productos Motorscan, Hi-Tech Automotive Systems

3.3.11 Opacímetro. Equipo para medir los niveles de contaminantes emitidos a través del tubo de escape por los vehículos que utilizan como combustible ACPM o diesel; dichos equipos deben cumplir con la Norma Técnica Colombiana NTC 4231: “Calidad del aire. Procedimiento de medición y características de los equipos de flujo parcial necesarios para evaluar las emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con diesel. Método de aceleración libre”. Allí se consignan todas las características técnicas de estricto cumplimiento por estos equipos (figura 51).

Figura 51. Opacímetro.



Fuente: Catálogo de productos Motorscan, Hi-Tech Automotive Systems

3.3.12 Regloscopio. Equipo para comprobar la correcta alineación de las luces principales del vehículo así como la intensidad de las mismas (figura 52).

Figura 52. Regloscopio.

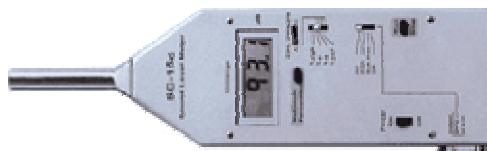


Fuente: <http://www.ryme.es>

Puede ir montado sobre ruedas o sobre rieles, debe permitir ajustar su altura para ubicar el faro y entregar los datos de la prueba directamente al sistema sin intervención humana.

3.3.13 Sonómetro. También conocido como fonómetro, es un aparato portátil utilizado para determinar la intensidad de las emisiones audibles producidas por el vehículo o su dispositivo acústico, (figura 53).

Figura 53. Sonómetro.



Fuente: <http://www.ryme.es>

Debe poder transmitir los valores medidos al sistema sin la intervención humana para su posterior análisis por computadora.

Adicionalmente, aunque la mayoría de los equipos transmiten los datos directamente al servidor principal, en el transcurso de las distintas pruebas los operarios necesitan un monitor para controlar algunos parámetros de las mismas tales como la temperatura y las revoluciones del motor en la prueba de gases. Dichos monitores se ubican sobre cabinas o consolas que permiten a estos su fácil observación, (figura 54).

Figura 54. Cabina o consola para monitores.



Fuente: Catálogo de productos HPA, Líneas de Inspección Técnica Vehicular, ITV.

3.4 DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS

Según la Resolución 3500 de 2005 y su Especificación Normativa Disponible END 36, los equipos se distribuyen en líneas de inspección para dar un orden al proceso de revisión vehicular. Una línea de inspección vehicular hace referencia al conjunto de equipos, tanto bancos de prueba como aparatos, destinados a probar y verificar los componentes y sistemas del vehículo que sean

fundamentales en la seguridad del mismo para beneficio de quién lo conduce y, de las demás personas que se puedan ver afectadas por el mal funcionamiento de tales elementos.

Todos los equipos que conforman una línea deben estar integrados a un mismo sistema computarizado que recoge los datos generados por cada uno de ellos en forma automática y sin ningún tipo de intervención humana. Este sistema debe ser capaz de analizar los datos, almacenarlos y entregar un informe final que determina si el vehículo se encuentra o no dentro de los parámetros establecidos por la ley. Lo que se busca con esto es evitar al máximo la manipulación de la información por parte de los operarios de los equipos para darle una mayor confiabilidad al resultado de la prueba.

Las líneas de inspección son de cuatro clases y su clasificación depende del tipo de automotor para el cual están diseñadas, esto es:

3.4.1 Línea de inspección para vehículos livianos. Conjunto de equipos destinados a evaluar el estado técnico-mecánico y ambiental de vehículos de cuatro ruedas cuyo peso vehicular no supere las 3,5 toneladas. Dentro de los equipos necesarios para conformar una línea de este tipo se encuentran los siguientes:

- Detector de holguras y juegos mecánicos.
- Elevador para vehículos o foso de inspección (cárcamo).
- Terminal portátil.
- Medidor de presión de las llantas.
- Medidor de profundidad del labrado de las llantas.
- Alineador al paso.
- Banco de prueba de suspensión.
- Frenómetro de rodillos.
- Velocímetro.

- Analizador de gases.
- Opacímetro.
- Regloscopio.
- Sonómetro.

3.4.2 Línea de inspección para vehículos pesados. Básicamente una línea de inspección de vehículos pesados consta de los mismos elementos que una línea de livianos con la excepción del banco de pruebas de suspensión, ya que estos vehículos poseen un sistema de suspensión tan rígido que no es pertinente realizarles dicha prueba. Lo más importante que se debe tener en cuenta en la elección de estos equipos es la capacidad de soportar las grandes cargas debidas a las dimensiones características de los vehículos pesados. Se puede decir que este tipo de línea está diseñada para vehículos de más de 3,5 toneladas y consta de los siguientes equipos:

- Detector de holguras y juegos mecánicos.
- Foso de inspección (cárcamo).
- Terminal portátil.
- Medidor de presión de las llantas.
- Medidor de profundidad del labrado de las llantas.
- Alineador al paso.
- Frenómetro de rodillos.
- Analizador de gases.
- Opacímetro.
- Regloscopio.
- Sonómetro.

3.4.3 Línea de inspección para motocicletas. Es un conjunto de equipos destinados exclusivamente al análisis de los componentes fundamentales de los

vehículos de dos y tres ruedas y cuadríciclos, así como la contaminación que ellos producen. Consta de los siguientes equipos:

- Terminal portátil.
- Elevador para motocicletas.
- Medidor de profundidad del labrado de las llantas.
- Medidor de presión de las llantas.
- Frenómetro de rodillos.
- Analizador de gases especial para motocicletas.
- Regloscopio.
- Sonómetro.

3.4.4 Línea de inspección mixta. Es aquella línea en la cual se realiza la inspección técnico-mecánica y ambiental de vehículos livianos y pesados, por tal motivo los equipos que la conforman son los mismos de la línea de pesados y adicionalmente incluye el equipo de revisión de la suspensión para vehículos livianos.

Unidades móviles de inspección. Son unidades compactas que incorporan todos los equipos necesarios para realizar la inspección técnico-mecánica y ambiental, por lo tanto hace las veces de una línea de inspección; son transportados por remolques, se pueden ubicar en cualquier sitio nivelado cerca de una vía y deben tener autonomía eléctrica para su funcionamiento, las hay tanto para vehículos livianos como pesados, ver figuras 55 y 56. Sin embargo, el inconveniente que presentan es que no permiten realizar la detección de holguras y juegos mecánicos con facilidad, ya que el operario no dispone del espacio suficiente para moverse libremente; además, en algunos casos el vehículo no queda completamente nivelado, lo que puede generar algún error en la toma de datos.

Figura 55. Unidad móvil de inspección para vehículos pesados.



Fuente: Catálogo de productos Ryme.

Figura 56. Unidad móvil de inspección para vehículos livianos.



Fuente: <http://www.maha.de>

4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR

Antes de entrar a realizar la distribución en planta de los equipos que se van a instalar en el Centro de Diagnóstico Automotor (CDA) de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) se deben tener en cuenta los vehículos que se encuentran matriculados en ella, con el propósito de conocer la demanda del servicio que prestará dicho Centro y a su vez identificar el tipo de línea de inspección que tendrá mayor trabajo.

4.1 DATOS ESTADÍSTICOS

En la tabla 36 se observa la cantidad de vehículos inscritos en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga discriminados por tipo de servicio y clase de vehículo.

Dentro de la clasificación de vehículos livianos se encuentran los automóviles, los camperos, las camionetas y los microbuses; en la categoría de pesados se tienen las busetas, los buses, los camiones, las volquetas y los tractocamiones que corresponden a los vehículos de más de dos ejes y articulados; existe una tercera categoría que son las motocicletas donde se incluyen además los motocarros, y para finalizar existe un grupo muy reducido que corresponde a los vehículos agrícolas e industriales.

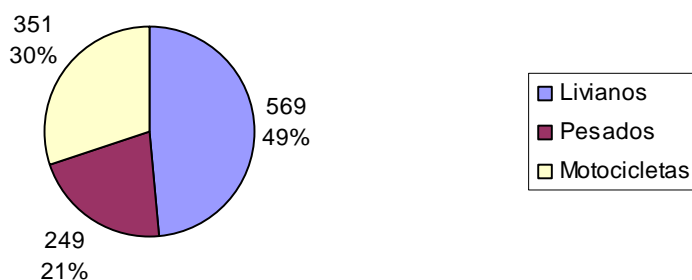
Tabla 36. Parque automotor activo inscrito en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga a 1 de enero de 2006.

SERVICIO	CLASE DE VEHÍCULO	TOTAL	% EN GRUPO	% EN TOTAL
OFICIAL	Automóvil	73	6,24	0,06
	Campero	239	20,44	0,21
	Camioneta	251	21,47	0,22
	Microbús	6	0,51	0,01
	Buseta	3	0,26	0,00
	Bus	17	1,45	0,02
	Camión	108	9,24	0,10
	Volqueta	119	10,18	0,11
	Tractocamión	2	0,17	0,00
	Motocicleta	351	30,03	0,31
	Máq. Agrícola	0	0,00	0,00
	Máq. Industrial	0	0,00	0,00
	Motocarro	0	0,00	0,00
	TOTAL OFICIALES	1 169	100,00	
PÚBLICO	Automóvil	4 398	35,02	3,90
	Campero	71	0,57	0,06
	Camioneta	1 409	11,22	1,25
	Microbús	304	2,42	0,27
	Buseta	655	5,21	0,58
	Bus	1 104	8,79	0,98
	Camión	3 347	26,65	2,97
	Volqueta	306	2,44	0,27
	Tractocamión	959	7,64	0,85
	Motocicleta	0	0,00	0,00
	Máq. Agrícola	1	0,01	0,00
	Máq. Industrial	0	0,00	0,00
	Motocarro	6	0,05	0,01
	TOTAL PÚBLICO	12 560	100,00	
PARTICULAR	Automóvil	51 165	51,72	45,42
	Campero	9 504	9,61	8,44
	Camioneta	14 723	14,88	13,07
	Microbús	169	0,17	0,15
	Buseta	62	0,06	0,06
	Bus	348	0,35	0,31
	Camión	2 407	2,43	2,14
	Volqueta	701	0,71	0,62
	Tractocamión	13	0,01	0,01
	Motocicleta	19 803	20,02	17,58
	Máq. Agrícola	4	0,00	0,00
	Máq. Industrial	2	0,00	0,00
	Motocarro	22	0,02	0,02
	TOTAL PARTICULAR	98 923	100,00	
	TOTAL VEHICULOS	112 652	100,00	100,00

Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Teniendo en cuenta esto se puede observar que dentro de los vehículos oficiales hay 569 catalogados como livianos que representan el 49%; 249 catalogados como pesados que representan el 22% y 351 motocicletas que corresponden al 29%, (ver figura 57).

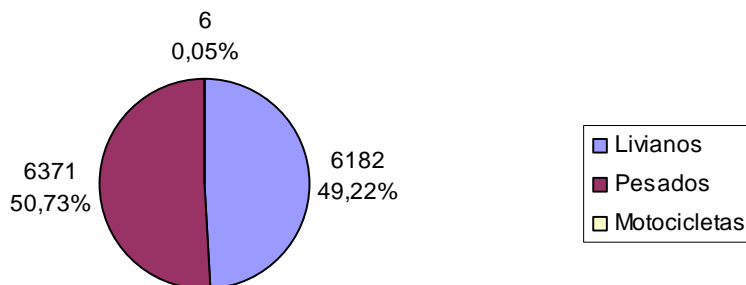
Figura 57. Vehículos oficiales matriculados en la DTB.



Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Ahora, pasando a los vehículos de servicio público, se observa que aproximadamente tanto livianos como pesados comparten la mitad del porcentaje del total de esta categoría; también se puede concluir que las motocicletas son tan pocas en comparación con los demás vehículos que no alcanzan a representar ni el 0,1%, (figura 58).

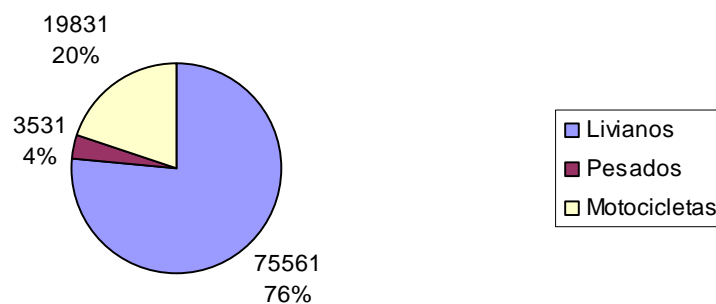
Figura 58. Vehículos públicos matriculados en la DTB.



Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Por último, en la categoría de los vehículos particulares se observa que el mayor número de automotores está representado por los livianos con un 76%, le siguen las motocicletas con un 20% y la menor cantidad de ellos con un 4% la conforman los vehículos pesados, debido a que la gran mayoría de estos están vinculados a empresas de transporte y por lo tanto son vehículos de servicio público, (figura 59).

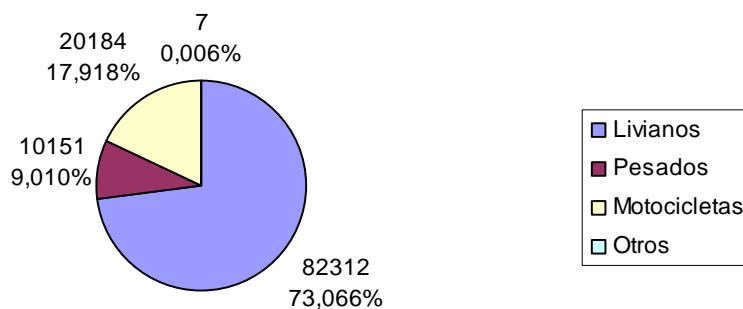
Figura 59. Vehículos particulares matriculados en la DTB.



Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

En la siguiente figura se encuentra agrupado todo el parque automotor matriculado en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga en las tres categorías mencionadas anteriormente, livianos, pesados y motocicletas, sin importar la clase de servicio; esto para tener una mejor idea de la cantidad total de vehículos existentes por cada una de ellas.

Figura 60. Total parque automotor matriculado en la DTB.



Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

De la gráfica se puede deducir que los vehículos livianos representan la mayor cantidad de automotores con un 73,066%, le siguen las motocicletas con un 17,918% y luego los vehículos pesados con un 9,010%, por último encontramos con un 0,006% los demás tipos de vehículos, o sea, los agrícolas e industriales, que por ser tan escasos no constituyen un porcentaje significativo.

4.3 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Después de conocer el parque automotor matriculado en la DTB, es necesario también, identificar con qué área se dispone para la distribución del CDA teniendo en cuenta tanto el área construida como la disponible para tal fin.

4.2.1 Estado actual del centro. En las instalaciones de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga existe una planta física con equipos destinados a la revisión técnico-mecánica, pero debido a la obsolescencia de estos y al abandono total en que se encuentran (fotografías 1 a 4), no están en capacidad de realizar las

pruebas técnicas que se exigen en los artículos de la reglamentación vigente (Resolución 3500 de noviembre 2005).

Fotografía 1. Frenómetro de rodillos para vehículos livianos sobre la respectiva línea de inspección.



Fotografía 2. Detalle de los rodillos del frenómetro para vehículos pesados.



Fotografías 3 y 4. Comparadores de carátula que daban el resultado de las mediciones en los frenómetros.



En el plano 1 se encuentra la distribución actual tanto de los equipos de inspección como del área administrativa; en él se observa que es necesaria una modificación general para cumplir con la Resolución anteriormente mencionada.

4.2.2 Propuesta de diseño del nuevo Centro de Diagnóstico Automotor. Por los motivos anteriormente expuestos se diseña el nuevo Centro tratando de cubrir los requisitos que impone la nueva reglamentación y aprovechando al máximo el espacio físico que se dispone. Los equipos se distribuyen en dos líneas de inspección para vehículos livianos y una línea de inspección para vehículos pesados tal como se muestra en el plano 2. Se toma la decisión de destinar dos pistas para vehículos livianos por la gran cantidad existente comparada con los

vehículos pesados, como se observa claramente en la figura 59. Para la distribución de los equipos en cada una de las líneas se tienen en cuenta las dimensiones de cada uno de ellos que se encuentran en la tabla 37.

Tabla 37. Dimensiones de los equipos a instalar para vehículos livianos y pesados.

EQUIPO	DIMENSIONES (m)
	Largo x Ancho x Alto
Cárcamo línea de vehículos livianos	7 x 0,8 x 1,7
Cárcamo línea de vehículos pesados	10 x 0,9 x 1,7
Detector de holguras para vehículos livianos	0,56 x 0,56 x 0,05
Detector de holguras para vehículos pesados	0,8 x 0,8 x 0,15
Alineador al paso para vehículos livianos	0,86 x 0,67 x 0,05
Alineador al paso para vehículos pesados	0,87 x 0,87 x 0,3
Banco de prueba de suspensión	2,46 x 0,52 x 0,22
Frenómetro para vehículos livianos	2,46 x 0,73 x 0,25
Frenómetro para vehículos pesados	3,8 x 1,27 x 0,5
Velocímetro	2,62 x 0,67 x 0,32
Analizador de gases	0,6 x 0,5 x 1
Regloscopio	0,68 x 0,59 x 1,8
Cabina o consola para monitores	0,65 x 0,57 x 1,88

Fuente: Proveedores varios.

Aunque las motocicletas constituyen un buen porcentaje del parque automotor, se decide no instalar ninguna línea para este tipo de vehículo principalmente porque no se cuenta con el espacio suficiente para construirla y porque la cantidad de livianos es mayor y por ende es mejor cubrir al máximo la revisión de esta clase de vehículos.

Cabe anotar que si bien no se destina una pista para motocicletas existe la posibilidad de habilitar los equipos de revisión para vehículos livianos con unos aditamentos especiales que le permitan revisar las motocicletas, especialmente en lo que a frenos se refiere. En cuanto a la revisión de gases, el sistema informático que agrupa los equipos debe tener la flexibilidad de incorporar posteriormente un analizador de gases para este propósito.

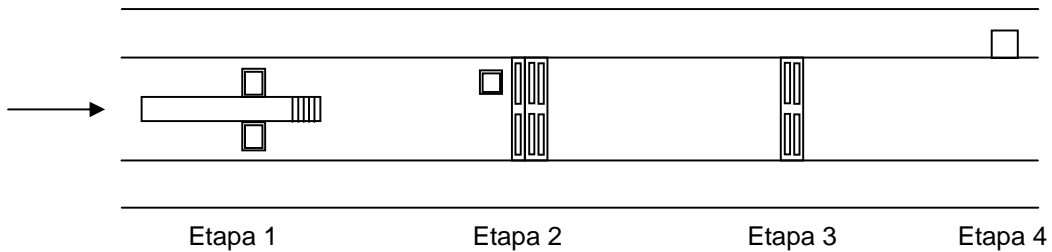
- **Distribución de los equipos en la línea de inspección para vehículos livianos.** La idea de organizar los equipos en una línea de inspección se debe a la necesidad de hacer el proceso de revisión en una forma fluida y continua, donde el tiempo de permanencia del vehículo en la línea sea el mínimo, proporcionando una mayor cantidad de vehículos revisados por hora.

Los equipos se disponen de tal forma que la revisión se realiza en cuatro etapas que son:

- Inspección visual.
- Verificación de la alineación de la dirección, la suspensión y el sistema de frenos.
- Verificación de los sistemas de cobro (taxímetro), esto para los vehículos de servicio público.
- Por último, la revisión ambiental (gases y ruido) y la revisión de luces principales.

En la figura 61 se muestra un esquema sencillo de la forma como están distribuidas estas etapas sobre la línea de inspección y en el plano 2 se detalla esto más claramente.

Figura 61. Esquema básico de la línea de inspección para vehículos livianos mostrando las etapas de revisión.



Para la primera etapa se toma la decisión de construir el cárcamo o foso de inspección por lo práctico que resulta ya que el operario solamente se limita a conducir el vehículo hasta ubicarlo sobre las placas del detector de holguras y después se dedica a realizar la inspección visual con mayor rapidez, tanto lo que tiene que revisar alrededor como por debajo del mismo, de otra forma, si se instala un elevador de automóviles con detector de holguras incorporado, el operario debe ubicar el vehículo sobre el elevador, luego bajarse para revisarlo por los lados, después manipular el elevador para subir el vehículo y proceder a revisarlo por debajo, finalmente bajarlo para permitirle seguir al próximo paso de revisión. Todos estos pasos adicionales implican una demora en la revisión y lo que se quiere es un recorrido más fluido en el proceso de diagnóstico.

En la segunda etapa el vehículo pasa por el equipo de verificación de la alineación de la dirección la cual se realiza de forma automática sin necesidad de que este se detenga, continúa al equipo de diagnóstico de la suspensión donde se detiene para evaluarle la suspensión delantera que es la más importante. Enseguida pasa al frenómetro de rodillos para comprobar el sistema de frenos, primero el eje delantero y luego el eje trasero verificando el correcto funcionamiento en cada una de sus ruedas, tanto del freno de servicio como del freno de emergencia.

La tercera etapa de la revisión consiste exclusivamente en la verificación del sistema de cobro para vehículos de servicio público o lo que comúnmente se conoce como taxímetros.

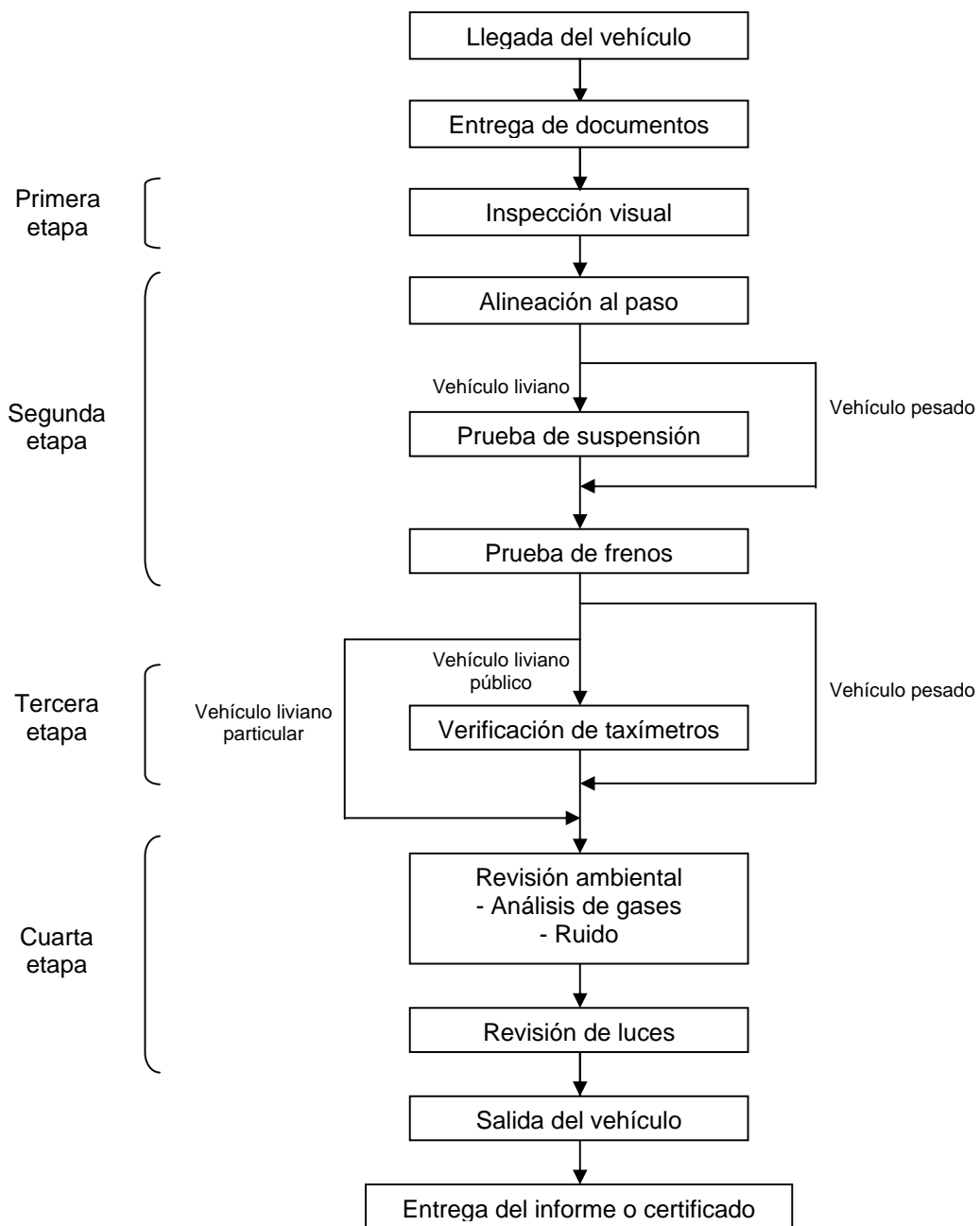
La cuarta y última etapa de revisión en esta línea está formada por los equipos de revisión de gases, analizador de gases para vehículos a gasolina, GNC y GLP, y el opacímetro para vehículos cuyo combustible es el diesel o ACPM; el sonómetro para constatar los niveles de ruido emitidos por el vehículo y el regloscopio para verificar la alineación de las luces principales del vehículo y también medir su intensidad.

La disposición antes mencionada se sustenta en las siguientes consideraciones importantes:

- La prueba de gases incluye la revisión del tubo de escape en toda su longitud con el fin de detectar fisuras en este, las cuales permitirían acceso de O₂, lo que arrojaría errores en los resultados de la medición de la contaminación, por esto se realiza primero la inspección visual, donde se aprovecha el cárcamo para comprobar el buen estado de este elemento.
- Otra razón por la cual se realiza primero la inspección visual es que dentro de ella se verifica la presión de aire de las ruedas que es una condición para que las pruebas de alineación, suspensión y frenos entreguen sus resultados con un alto grado de confiabilidad, lo que no sucedería si las llantas estuvieran bajas de aire.
- La prueba del sonómetro debe hacerse con un espacio abierto delante del vehículo para que no se presente eco o reflejo del sonido por objetos que se encuentren cerca, lo que provocaría errores en el resultado de esta prueba, por lo tanto se dispuso realizarla en la última etapa.

En la figura 62 se presenta un diagrama de flujo del proceso de revisión en una línea de inspección, esto con el propósito de facilitar la comprensión de cada una de las etapas descritas anteriormente y del mismo proceso.

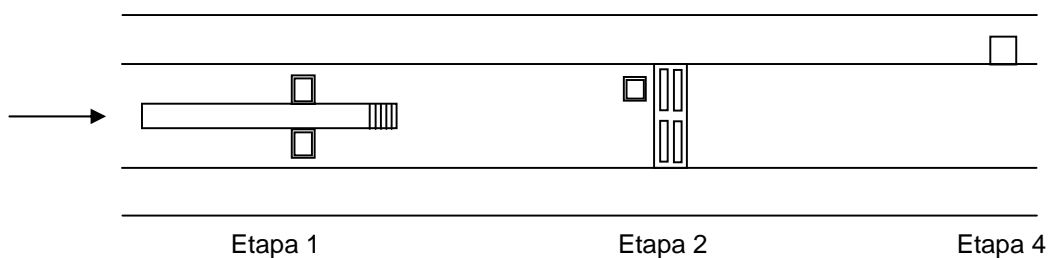
Figura 62. Diagrama de flujo del proceso de revisión vehicular en una línea de inspección tipo.



Cabe anotar que el proceso de revisión inicia con la entrega de los documentos del vehículo para su respectiva identificación y finaliza con la entrega del informe o certificado de la revisión al propietario del mismo.

- **Distribución de los equipos en la línea de inspección para vehículos pesados.** Al igual que en la línea de inspección para vehículos livianos la disposición de los equipos para esta línea se realiza por etapas, que son las mismas pero excluyendo en la segunda etapa la prueba del sistema de suspensión debido a que estos vehículos por sus dimensiones presentan una suspensión rígida formada principalmente por ballestas que no permiten la realización de esta prueba. También se excluye la etapa tres que esta dirigida a vehículos con taxímetro, dispositivo que no es necesario para la prestación del servicio público en esta clase de vehículos. La figura 63 muestra un esquema básico de la forma como están distribuidas estas etapas sobre la línea de inspección y en el plano 2 se detalla esto más claramente.

Figura 63. Esquema básico de la línea de inspección para vehículos pesados mostrando las etapas de revisión.

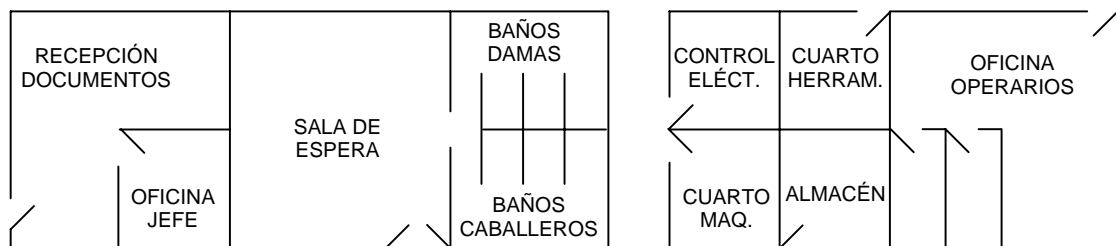


Las líneas están separadas por un andén de 1,70 m, se considera un espacio más que suficiente para situar las consolas donde se ubicarán los monitores que servirán de apoyo a los operarios durante la realización de las pruebas, y también para permitir el desplazamiento sin inconveniente de estos. Al final de cada línea se proyecta un espacio de 1x1 m sobre el andén para ubicar allí el regloscopio

cuando deje de utilizarse y no interfiera con la salida del vehículo. El regloscopio no irá montado sobre riel porque limita la manipulación del mismo, la flexibilidad que dan cuando van montados sobre ruedas es una buena ventaja en caso de que el operario no ubique en la posición correcta el vehículo.

- **Distribución del área administrativa.** La figura 64 muestra un esquema básico de la distribución del área administrativa, dicha distribución se puede ver de forma general en el plano 2 y más claramente en el plano 3.

Figura 64. Esquema básico del área administrativa del Centro.



El área administrativa consta de las siguientes partes:

- **Ventanillas para la recepción de documentos.** Aquí es donde comienza la revisión técnico-mecánica del automotor, el dueño del vehículo entrega los documentos respectivos para que la persona a cargo introduzca los datos al sistema, así cuando el operario en la pista empiece la toma de datos, el vehículo esté registrado y los resultados de las pruebas se carguen a su nombre en la base de datos. En esta zona también se ubica el servidor principal donde está la base de datos que almacena toda la información recolectada de los vehículos y las pruebas que se les realice. Dicha información estará disponible para el Ministerio de Transporte o cualquier otro organismo que la necesite.

- ✦ **Oficina para el jefe del Centro.** Lugar desde donde la persona encargada de la dirección del mismo pueda mantener un mejor control del trabajo que realizan sus empleados y esté atento a solucionar los problemas que se presenten, está ubicada en la misma sección donde se encuentran las ventanillas.

- ✦ **Sala de espera para los usuarios.** Es una zona importante, ya que el propietario del vehículo debe permanecer alejado de la pista donde se le realizan las pruebas al automotor, principalmente para evitar la manipulación que este pueda ejercer sobre los operarios para hacer que se modifiquen los resultados obtenidos, con el fin de que su vehículo pase la revisión; sin embargo él tiene derecho de observar todo lo que se le haga a su vehículo, por tal motivo la sala de espera tiene dos grandes ventanales para permitir que lo vea en cualquier lugar de la zona de pruebas.

- ✦ **Servicios sanitarios.** Como es lógico en cualquier lugar donde se preste un servicio debe haber sanitarios para el uso de las personas, por esto se proyecta una batería sanitaria para damas y otra para caballeros, lo suficientemente amplias para comodidad de todos. Aquí mismo se ubica un pequeño cuarto de servicio para almacenar todos los implementos necesarios para el aseo del Centro.

- ✦ **Cuarto de control eléctrico.** En este sitio se ubica el tablero de control principal de todo el sistema eléctrico, desde allí se controla cada uno de los equipos y las zonas de trabajo.

- ✦ **Cuarto de máquinas.** Lugar destinado para la instalación y funcionamiento de la unidad de aire comprimido, en el Anexo A se encuentran los cálculos para la selección de este equipo y en el plano 8 se observa la distribución de la línea de aire comprimido.

- **Cuarto de herramientas.** Lugar destinado para almacenar los instrumentos necesarios para realizar revisiones y reparaciones a los bancos de prueba instalados en las líneas de inspección o a las instalaciones del área administrativa.

- **Cuarto para almacenamiento de insumos.** Se proyecta para guardar de forma ordenada y limpia los artículos que necesite el Centro para su normal funcionamiento, estos pueden ir desde piezas de repuesto para los equipos de prueba, hasta la papelería necesaria para el área administrativa.

- **Vestidores para los empleados.** Es otro de los sitios importantes ya que en este lugar los empleados pueden guardar sus objetos personales durante la jornada de trabajo, además cuenta con dos baños bien dotados para su uso personal. El sitio es lo suficientemente amplio para comodidad de los empleados, en el podrían instalar una cafetera o cualquier otro objeto que crean conveniente para hacer más agradables sus momentos de descanso.

- **Adecuación de la infraestructura actual.** Dentro de las reformas que se deberían realizar en la zona de pistas para adecuarlas al diseño están:
 - **Remoción de equipos.** Como se mostró anteriormente los equipos y sus instrumentos de medida deberían retirarse por completo ya que por su deterioro no son de utilidad.

 - **Reubicación de desagües.** A lo largo y al final de las pistas se encuentran unas alcantarillas que deberían moverse para facilitar el montaje de los equipos.

- ✦ **Adecuación de las pistas.** Las pistas y andenes actuales requerirían ser extendidos tanto a la entrada como a la salida, para permitir que los vehículos se encuentren en una superficie nivelada durante la inspección. Para la nueva pista de vehículos livianos sería necesario demoler el muro de cerramiento existente, y se haría uso del terreno baldío que se encuentra al costado occidental del edificio actual, cuyo estado se observa en la fotografía 5.

Fotografía 5. Terreno baldío aledaño al centro.



Para ello sería necesario construir las columnas que soportarían el techo de esa nueva pista en simetría con las existentes (ver plano 2), lógicamente con sus respectivas zapatas, vigas de amarre y vigas cinta. Como estas columnas delimitan el Centro se construiría entre ellas un muro de cerramiento el cual llevaría vigas intermedias para darle más estabilidad, dicho muro no iría completamente hasta la viga cinta con el propósito de permitir la aireación de las pistas y la evacuación de los gases de escape. En el plano 6 se encuentran todos los detalles estructurales y en el plano 5 los detalles de muros.

Observando la estructura actual se concluye que es muy inestable ya que el conjunto de columnas no se encuentra unido en la parte superior por vigas cinta transversales entre cada fila de columnas que le den firmeza (ver fotografía 6), esto en un determinado caso puede hacer que la estructura colapse.

Fotografía 6. Detalle de la estructura actual.



Por tal motivo se recomienda la construcción de vigas cinta transversales que unan las dos hileras de columnas actuales y la tercera que se construya, con el fin de completar el pórtico y darle una mejor estabilidad a la estructura que le permita responder correctamente a situaciones naturales extremas como puede ser un terremoto; así mismo, se recomienda la construcción de cuchillas sobre estas vigas que sirvan de soporte a la cubierta o techo que se proyecta instalar y hacer que ésta resista más a los vientos fuertes que se puedan presentar.

Las dimensiones de estas vigas serán las mismas de la viga cinta o superior que se calculó para la nueva fila de columnas, lo que supone igualmente los mismos materiales para su elaboración. En el plano 5 se puede observar la ubicación de estas vigas.

- ✦ **Cerramiento del Centro.** Para aislar el Centro de personas ajenas al mismo se plantea la construcción de un muro de medianía en el costado occidental el cual serviría también para delimitarlo de los predios aledaños. Igualmente, para restringir el acceso a las pistas en horas de no funcionamiento se instalarían portones en tubo y malla eslabonada a la entrada y salida de cada una de ellas; para facilitar su montaje se construirían columnas que soportarían el peso de los mismos, dichas columnas se ubicarían a una distancia de 1,75 metros desde la cara exterior de la primera y última columna, y se unirían a la estructura principal, ver plano 5.

Para completar el cerramiento del Centro se propone instalar rejas en perfil y malla eslabonada en las áreas destinadas para la aireación de las pistas ubicadas sobre los muros laterales, ver plano 3. Además se instalaría una puerta construida en malla eslabonada en la entrada del pasillo intermedio (ver fotografía 7) con el propósito de evitar el acceso de usuarios a las pistas sin restringir la circulación de aire por este lugar.

- ✦ **Cubierta o techo de las instalaciones.** Como se puede ver en las fotografías 7 y 8 el techo existente se encuentra en muy malas condiciones, con fisuras en varios lugares e instalado de forma incorrecta permitiendo el pandeo del mismo por la gran distancia entre sus apoyos. Por tal motivo se plantea la remoción de toda la cubierta y el montaje de una nueva con características termo acústicas indicadas para este caso, la cual estaría afirmada en sus extremos y sobre correas metálicas apoyadas sobre las cuchillas en ladrillo, que se construirían sobre las vigas cinta transversales, ver detalle plano 6.

Fotografía 7. Pasillo intermedio y techo actual del Centro en el área administrativa.



Fotografía 8. Techo actual del Centro en el área de las pistas.



- **Adecuación de las áreas de acceso y salida de las pistas.** Al construirse la nueva pista se haría necesario destinar un área para que los vehículos accedan y salgan de ésta, dicha área sería pavimentada para el fácil tránsito de estos.
- **Instalación de los equipos.** Los proveedores no facilitan información acerca de los detalles de instalación de los equipos, ya que su política consiste en brindar asesoría durante la ejecución de la obra civil y entregar los equipos en funcionamiento. Por tal motivo solo se plantea la elaboración de los agujeros donde irían ubicados los equipos, haciendo énfasis en que todos éstos deben quedar a ras de piso para facilitar el paso de los vehículos sobre los mismos como lo indica la siguiente figura.

Figura 65. Detalle de alineador al paso, banco de prueba de suspensión y frenómetro, montados a ras de piso.



Fuente: <http://www.maha.de>

En el plano 4 se encuentran los detalles para el montaje de los nuevos equipos tanto de la línea de vehículos livianos como de pesados, en él se incluyen las dimensiones de los cárcamos o fosos de inspección, también las medidas de

los agujeros que se deben realizar en las pistas para el montaje de los equipos. Se plantea la instalación de ángulos de 1 1/2" x 3/16" en los bordes de los huecos donde quedarán instalados los equipos (figura 66), esto con el fin de protegerlos y evitar su deterioro por el paso continuo de los vehículos; de igual forma para delimitar el cárcamo y evitar cualquier accidente se instalaría en su contorno un ángulo de 3" x 3/8" como se observa en la fotografía 9.

Figura 66. Detalle de perfil para protección de los bordes alrededor de los equipos.



Fuente: Catálogo de productos Beissbarth, Automobile Service Equipment.

Fotografía 9. Detalle del ángulo en el borde del cárcamo.



Ahora, dentro de las reformas que se deben realizar al área administrativa se tiene:

- **Recepción de documentos, base de datos y dirección del Centro.** Para la creación de estas dependencias se reformarían la oficina abandonada 1 y la oficina de Señalización (ver plano 1), para lo cual se necesitaría remover la división modular existente entre éstas dos, realizar las respectivas demoliciones para la instalación de las ventanillas de recepción de documentos, la puerta de acceso y los ventanales laterales. Para delimitar la oficina del jefe se instalaría una nueva división modular y de igual forma para las ventanillas de recepción (ver planos 3 y 5).
- **Sala de espera.** Esta sección del centro quedaría ubicada en lo que actualmente es la Sala de Peritos. Para adecuarla sería necesaria la demolición de los muros y mesones interiores existentes, además para la instalación de los ventanales que permitirían la visibilidad hacia las pistas sería necesaria la demolición de parte del muro que se encuentra ubicado junto a ellas (ver plano 3).
- **Servicios sanitarios para usuarios.** Esta área del Centro quedaría en el mismo sitio pero su reforma sería sustancial, ya que su acceso actual se eliminaría haciéndose el nuevo por el lado norte de la Sala de espera y los baños actuales se demolerían para renovarlos y reubicarlos como lo muestra el plano 3.
- **Cuarto de control eléctrico.** Este lugar actualmente está destinado para el archivo de documentos, y se comunica con un cuarto anexo donde está la caja y el contador eléctrico (ver plano 1). Su reforma consistiría en cambiar la puerta actual, sellar la que comunica con el cuarto anexo y sellar el ventanal

que da hacia las pistas, esto para aislar completamente los controles eléctricos de personas ajenas al Centro que quieran manipularlos (ver plano 3).

- **Cuarto de máquinas.** En lo que ahora es la oficina abandonada 2 se ubicaría esta sección, para lo cual sería necesario la apertura de una nueva puerta por el costado sur hacia el pasillo interior, sellar el ventanal del muro oriental y sellar la puerta que comunica con la oficina de Control de características (ver plano 3).
- **Cuarto de herramienta.** La oficina abandonada 3 y el cuarto anexo de la caja de controles se unirían para crear esta sección del Centro. La reforma consistiría en demoler el muro que los separa y renovar su puerta de acceso (ver plano 3).
- **Cuarto para almacenamiento de insumos.** Actualmente se conoce como la oficina de Control de características, para adecuarla solo sería necesario sellar el acceso que tiene hacia la oficina de Revisión de vehículos, sellar el ventanal existente en el muro oriental e instalar una puerta nueva en este mismo sitio (ver plano 3).
- **Vestidores para los empleados.** Para crear esta sección sería necesario unir la oficina de Sección diagnóstico con la oficina de Recaudo (caja); su reforma consistiría en demoler los muros interiores que separan estas oficinas, sellar el ventanal y la puerta de acceso a la oficina de Recaudo en el muro oriental y la remodelación del baño actual según el plano 3.

Por último el aspecto actual de la entrada a las pistas y su fachada se muestran en las fotografías 10 y 11. Con la reforma propuesta estas cambian y quedaría como lo indica el plano 5.

Fotografía 10. Entrada actual a las pistas.



Fotografía 11. Fachada actual del área administrativa.



En el Anexo B se encuentran las memorias de cálculo de cantidades y presupuesto de obra civil correspondiente a la reforma explicada anteriormente.

➤ **Red eléctrica.** Para el cálculo de la carga eléctrica a instalar se tiene en cuenta la potencia consumida por los equipos y demás elementos como luces, tomacorrientes, etc.; en la siguiente tabla se muestran sus respectivos valores. En el plano 7 se encuentra la distribución de la red eléctrica de todo el Centro indicando tubería y tipo de cable.

Tabla 38. Potencia consumida por cada uno de los equipos.

EQUIPO	POTENCIA (kw)
Detector de holguras para vehículos livianos	1,5
Detector de holguras para vehículos pesados	2,2
Banco de prueba de suspensión	2 motores x 3
Frenómetro para vehículos livianos	2 motores x 4,6
Frenómetro para vehículos pesados	2 motores x 15
Velocímetro	2 motores x 4,6
Analizador de gases	0,3
Regloscopio	0,065
Compresor	3,7
Computador personal	0,5
Tomacorriente normal	0,1
Lámpara para alumbrado de las pistas	0,125
Lámpara para alumbrado de oficinas y baños	0,192

Fuente: Proveedores varios.

➤ **Red de datos.** Como se ha hablado anteriormente todos los equipos de inspección deben ir en red y conectados a un servidor principal para transmitir los resultados directamente a él y poder generar el informe final de la revisión. La Resolución 3500 en su END 36 establece las condiciones mínimas que debe cumplir el software utilizado, estas son:

- ✓ Debe tener la capacidad de generar resultados que han sido previamente almacenados en la base de datos de los equipos de cómputo de la línea de inspección en archivo plano con codificación ASCII.
- ✓ Debe almacenar de manera automática y simultánea en dos unidades de almacenamiento la información producida en cada uno de los procesos de revisión.
- ✓ Debe garantizar la imposibilidad de alterar o borrar los registros.
- ✓ Debe garantizar la identificación del funcionario responsable de cada proceso de revisión y permitir el acceso a cada nivel de acuerdo con las autorizaciones de seguridad que se definan.
- ✓ Debe capturar y almacenar automáticamente en la base de datos mínimo una imagen digitalizada del vehículo, tomada durante el proceso de revisión y debe quedar legible el número de la placa.
- ✓ Debe capturar los datos de los equipos e instrumentos automatizados y los datos resultantes de la inspección visual, determinar si el vehículo está aprobado o rechazado y emitir el certificado correspondiente.
- ✓ Debe permitir la transferencia de los registros con la información requerida por el Ministerio de Transporte de forma paralela con la emisión del certificado.

La Resolución antes mencionada no define las características técnicas de la red en cuanto al sistema de cableado estructurado (SCE) se refiere, solo indica que la conectividad mínima de los equipos sea del tipo RS232 o superior. A continuación se nombran algunas características del SCE que permitirían el correcto funcionamiento de la red:

- ✓ Debe cumplir con las normas internacionales correspondientes, siendo una de ellas la norma ANSI/TIA 568A/B.
- ✓ Se recomienda que el SCE sea construido en categoría 6, utilizando cable UTP blindado que ofrece una mayor protección contra la humedad; esta

categoría es la que permite la mejor transferencia de información, con óptima calidad.

✓ Se recomienda que los elementos usados en el montaje como acopladores, paneles de conexión, etc., sean de alta calidad y de las mejores marcas, como son SIEMON y LEVITON.

El software integrador depende de la forma como cada uno de los equipos entrega los datos que toma y la clase de formato en que los almacena, entre otros. De igual forma el software integrador define, al final, las características de los componentes necesarios para su correcto funcionamiento, como los equipos de cómputo, el servidor, etc.

Por último, esta Resolución estipula que el Ministerio de Transporte se encargará de definir los protocolos de comunicación y el método de encriptación utilizado en la transferencia de la información para garantizar su seguridad; estos parámetros a su vez, se deben tener en cuenta para la configuración del software integrador.

En el plano 8, se encuentra de una forma completa y clara la distribución de la red de datos para todo el Centro.

Para finalizar, en el Anexo C se encuentran las memorias de cálculo de la carga instalada y el presupuesto de obra eléctrica y red de datos de acuerdo a este diseño, además, los detalles de construcción de obra eléctrica.

4.2.3 Señalización y seguridad. La prevención de accidentes es parte fundamental en el desarrollo de cualquier actividad laboral, por tal motivo se hace necesario tener en cuenta este aspecto en el diseño del Centro. A continuación se describen algunas de las acciones recomendadas para mantener la seguridad en el Centro:

- **Extintores contra incendios.** Para combatir los incendios que se llegaran a presentar en el Centro, se recomienda la ubicación de extintores multipropósito dispuestos así: dos por cada una de las pistas separados 20 m aproximadamente, uno en la oficina de recepción de documentos para proteger el equipo informático, uno en la sala de espera, uno a la entrada del almacén y finalmente uno a la entrada del cuarto de control eléctrico que serviría igualmente para el cuarto de máquinas. Esto se hace así debido a que son las áreas de mayor importancia por los elementos que las ocuparían, los cuales generan un alto grado de riesgo de incendio.

Los extintores deben ir a una altura de 1,5 m medidos desde el nivel del suelo hasta el soporte de los mismos; el agente extintor podría ser polvo químico seco, aunque no es recomendable porque su composición lo hace contaminante y corrosivo y si se aplicara sobre los equipos ubicados en las pistas, los equipos de computo o las redes eléctricas y de datos, ocasionaría un deterioro adicional; por lo tanto el mejor agente extintor a utilizar es el Solkaflam 123, que no genera corrosión porque después de actuar se evapora. La capacidad de los extintores de polvo químico podría ser de 20 libras y los de Solkaflam 123 de 9.000 gramos.

El cuerpo de bomberos de Bucaramanga brinda apoyo y asesoría a las instituciones o empresas que desean instalar equipos de seguridad contra incendio, evaluando el riesgo en cada sección y recomendando el tipo de equipo y la ubicación más conveniente de este, así mismo capacita a las personas en el manejo de equipos y los procedimientos a seguir en estas situaciones.

- **Señalización en las pistas.** Las pistas tendrían los siguientes avisos y líneas de apoyo a los conductores (plano 2):

- **Líneas principales.** Cada pista llevaría una línea de demarcación central, de color blanco, de 0,1 m de ancho, con el fin de señalar el eje longitudinal de simetría de la misma.
- **Línea auxiliar.** Sobre cada pista al costado izquierdo, en la dirección de avance se pintaría una línea amarilla de espesor 0,2 m, con el propósito de guiar al operario en el desplazamiento del vehículo para posicionarlo sobre cada uno de los equipos de prueba o inspección.
- **Avisos informativos.** En el área de fila de las pistas se pintarían sobre ellas, letreros que indiquen que tipo de vehículo debe transitar por ellas, esto para informar al conductor en cual debe posicionarse de acuerdo al tipo de su vehículo. También en el inicio de las pistas se pintarían letreros de “PARE” para indicarle al usuario que debe detener su vehículo y dirigirse a las ventanillas a entregar los documentos respectivos para iniciar el proceso de inspección, de aquí en adelante el operario es quien conduce el vehículo.
- **Señalización de andenes y columnas.** Los sardineles de los andenes se pintarían de líneas de color negro y amarillo, alternadas y con una inclinación de 45°, esto con el propósito de indicar la ubicación de los mismos, (figura 67). Así mismo las columnas irían pintadas de igual manera hasta una altura de 2 m.

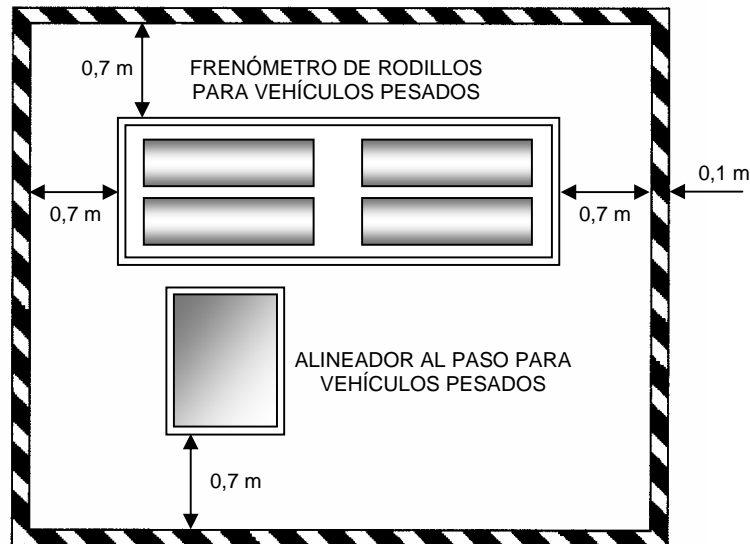
Figura 67. Detalle de señalización de andenes y columnas.



- **Demarcación de los equipos.** Todos los equipos y cárcamos irían demarcados con una línea de espesor 0,1 m, a una distancia de 0,7 m a su alrededor (ver figura 68), de colores negro y amarillo con una inclinación de 45°,

sin importar que quede sobre el andén. Esto con el fin de señalar una zona de seguridad en la cual ninguna persona debe transitar para evitar accidentes.

Figura 68. Demarcación de la zona de seguridad alrededor de los equipos*.



* El dibujo no está a escala.

- **Señales adicionales.** El Centro contaría con una serie de señales informativas y restrictivas, distribuidas en sus diferentes secciones con el fin de que las personas que se encuentren dentro de él se orienten mejor en determinadas situaciones. La figura 69 muestra algunas de estas señales.

Figura 69. Señales informativas y restrictivas.



Extintor



Prohibido el paso



Prohibido fumar



Riesgo eléctrico

Fuente: http://www.uned.es/gerencia/salud-laboral/publico/normativa_basica/

- **Seguridad de los operarios.** Los operarios del Centro deberán usar un uniforme adecuado para su trabajo, que no sea muy holgado para evitar que se enrede con algún elemento de los vehículos. Además usarían botas de seguridad con puntera de protección, casco de seguridad, protectores auditivos y aquellos que se estimen convenientes dependiendo de la función que realicen.

5. ESTUDIO ECONÓMICO DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR

Conociendo la cantidad de vehículos inscritos en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB), el área con la que se dispone para el montaje de los equipos y la adecuación de la zona administrativa, se determina que la opción más viable para la distribución en planta, basándose en estos aspectos, es la que se presentó anteriormente. Por tal motivo las alternativas (escenarios) a analizar no girarán en torno a la infraestructura física sino al aspecto económico determinado principalmente por la calidad de los equipos que se seleccionen y por el origen de la inversión inicial.

Para facilitar el análisis se elaboró una hoja de cálculo que permite modificar las variables a tener en cuenta en cada una de las situaciones que se planteen, así mismo muestra los resultados rápidamente permitiendo saber cual de ellas es la más conveniente. En el anexo D se encuentran consignadas todas las tablas que hacen parte de esta hoja de cálculo.

5.1 INVERSIÓN INICIAL

El costo de puesta en marcha ó inversión inicial del proyecto es el monto de inversión compuesto por capital propio, prestamos o como en la mayoría de los casos mediante una combinación de estos, en el cual deben incurrir los inversionistas de cualquier proyecto, para que este pueda realizarse.

Con la información que se detalla a continuación se pretende determinar cual debe ser el aporte inicial (inversión), necesario para el montaje, instalación, puesta en marcha y posterior desenvolvimiento de este proyecto económico.

5.1.1 Horizonte del proyecto. El tiempo en el cuál se va a realizar el estudio económico del CDA para ver su viabilidad será de 12 periodos anuales. Durante los primeros cuatro meses del año uno, se haría la obra civil y se instalarían los equipos, los dos meses siguientes se destinarían para la realización de pruebas y puesta en marcha del centro y al mismo tiempo se realizaría la capacitación del personal que va a laborar en el Centro. Se estima que para el segundo semestre del mismo año los equipos estén operando totalmente y se empiecen a registrar los primeros ingresos por prestación del servicio.

Durante los diez años siguientes se proyecta la vida útil del proyecto, esto a razón de que los equipos se deprecian a diez años lo que supone que a esta fecha serían obsoletos para cumplir su labor. Esta consideración se toma en cuenta solo por fines prácticos para el análisis del proyecto, por tal motivo también se prevé que en el periodo 12 el proyecto ya debe terminar porque no estaría cumpliendo con los objetivos inicialmente programados.

5.1.2 Terrenos. En este caso el terreno para la ubicación del Centro ya existe, por tal motivo no es necesario desembolsar dinero para este rubro, sin embargo, se deja en la lista para un determinado caso en el que se necesite realizar la compra de alguno.

5.1.3 Construcción y obras civiles. La mayor inversión en este punto se debe a la remoción de los equipos que actualmente se encuentran montados, a la remodelación de la infraestructura administrativa y de servicios y, por último, a la construcción de la nueva pista aprovechando el terreno baldío que se encuentra a un costado del edificio, todo esto alcanza un valor de \$ 198'221.534 incluido un 22% por administración, imprevistos y utilidades. Por otro lado el costo de la obra eléctrica y de la red de datos necesaria para poner en funcionamiento tanto las

instalaciones administrativas como operativas del Centro asciende a \$ 69'619.287, todo esto suma \$ 267'840.821.

5.1.4 Maquinaria y equipos. Por este concepto es que se realiza la mayor inversión, se tienen que comprar todos los equipos completamente nuevos. Los proveedores se comprometen a entregar los equipos instalados y funcionando, además capacitan a todo el personal en el manejo y mantenimiento de los mismos. Los equipos se compran por lo general en moneda extranjera, por lo tanto hay que tener en cuenta el valor comercial de la respectiva moneda a la fecha de compra. Dentro del costo total de los equipos se incluyen los gastos de importación y los impuestos correspondientes. En este caso los equipos se cotizaron en euros e incluyen los equipos para la línea de vehículos pesados y para las dos líneas de vehículos livianos. El valor total de los equipos se define en cada uno de los escenarios analizados al final de este capítulo. A esto se le debe sumar el costo de un conjunto de herramientas por \$10'000.000 y el costo del compresor por \$7'084.000.

5.1.5 Equipos de cómputo. Los distribuidores entregan un global en sus cotizaciones que no permiten discriminar claramente cuanto corresponde a equipos mecánicos, cuanto a equipos de cómputo y cuanto a software, por esto todo se toma como maquinaria y equipos, sin embargo se contempla en este punto la compra de dos computadores, uno para la secretaria y otro para el jefe del Centro por un valor de \$ 3'000.000 cada uno, incluyendo las licencias de software respectivas, para un total de \$ 6'000.000.

5.1.6 Muebles y enseres. Se estima un gasto de \$ 20'000.000 para este concepto que comprende los muebles del área administrativa, la silletería para la sala de espera y los casilleros de los empleados.

5.1.7 Gastos de organización. Aquí se incluyen los gastos por matrícula mercantil, y por registro y constitución de la empresa, pero como en este caso la Dirección de Tránsito de Bucaramanga es la que va a estar a cargo del Centro y como es el principal instituto que regula todo lo referente a los automóviles, no necesita desembolsar nada por este concepto.

5.1.8 Gastos de puesta en marcha. Aunque la capacitación corre por cuenta del proveedor de los equipos hay que tener en cuenta el sueldo de los empleados durante este tiempo (tabla 39). Además el consumo de servicios principalmente por la electricidad y el agua, el teléfono está en red con el resto de infraestructura de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga la cual se encarga del pago, por tal motivo no se tiene en cuenta para el cálculo de este valor.

Tabla 39. Salario de empleados durante la puesta en marcha.

Empleados	Sueldo	Tiempo	Total
21 operarios	\$ 800.000	2 meses	\$ 33'600.000
1 jefe de Centro	\$ 1'200.000	2 meses	\$ 2'400.000
1 secretaria	\$ 600.000	2 meses	\$ 1'200.000
1 empleada servicios varios	\$ 450.000	2 meses	\$ 900.000
		TOTAL	\$ 38'100.000

El consumo de electricidad mensual se calcula así: 101,279 Kw de carga instalada por un promedio de 8 horas de trabajo diario nos da 810,232 Kw-h, por dos meses o 60 días y con un costo máximo de Kw-h de \$ 262,10 da como resultado \$ 12'741.709.

El consumo de agua se estima en 43,2 m³ al mes y con un costo por metro cúbico de \$ 738,99 daría \$ 31.924,36 a esto se suma el consumo fijo mensual de \$

6.404,75, entonces el costo mensual por esto asciende a \$ 38.329,12 y por consiguiente en la puesta en marcha será de \$ 76.658,24.

5.1.9 Imprevistos. Se dejará un monto del 10% de la puesta en marcha para este concepto.

5.1.10 Mano de obra directa. Se estima que van a necesitarse los siguientes empleados por cada una de las líneas de inspección: seis operarios en la pista y uno igualmente calificado en las ventanillas de recepción que se encargará de recibir los documentos y entregar los resultados de la revisión por lo tanto debe estar en capacidad de explicarle a la persona el por qué su vehículo no pasó la prueba; como son tres pistas se necesitarían veintiún operarios con un sueldo de \$ 800.000 mensuales, para un total de \$ 16'800.000 por mes.

5.1.11 Prestaciones. Las prestaciones de los empleados se estiman en un 55% de su sueldo, lo cual se encuentra dentro de los rangos que la ley exige.

5.1.12 Materiales directos. Como es una entidad cuya función es la prestación de un servicio no se necesitarán materiales para procesarlos, sin embargo se considera la papelería de los formatos de entrega de resultados a los conductores como un material necesario para dar el servicio y es por esto que se genera un costo estimado en \$ 10'000.000 para el primer año y para los siguientes se reajustará según la inflación.

5.1.13. Mano de obra indirecta. Aquí se prevé que haya un jefe de centro que devengará un sueldo de \$ 1'200.000 y su respectiva secretaria con un sueldo de \$ 600.000, también una persona encargada de los servicios varios con un sueldo de \$ 450.000. Igualmente las prestaciones serán por el orden del 55%.

5.1.14 Servicios. Para esto se debe tener en cuenta que el teléfono no genera gasto ya que se utilizarán extensiones de la red principal de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, por consiguiente se pagará solo por agua y principalmente por electricidad, esto asciende a más o menos: 101,279 Kw de carga instalada, durante ocho horas al día y tomando el mes de treinta días, esto da 24.306,96 Kw-h en un mes y con un costo de \$ 262,10 el Kw-h esto nos da \$ 5'322.454,22 al mes por electricidad. En cuanto al agua el consumo será de \$ 38.329,12 en un mes; todo esto suma un costo por servicios de \$ 5'360.783,34 por mes, que será reajustado cada año según la inflación.

5.1.15 Mantenimiento. Como el personal será capacitado para operar y realizar mantenimiento a los equipos no habrá necesidad de contratar el mantenimiento con empresas foráneas, sin embargo se prevé la inversión de \$ 10'000.000 por año para la compra de repuestos que se lleguen a necesitar en determinado momento.

5.1.16 Depreciaciones. La depreciación de los bienes a adquirir será así:

- Maquinaria y equipos a 10 años.
- Equipos de cómputo a 3 años.
- Muebles y enseres a 10 años.

Cada año se reajustaran tanto los sueldos como los precios de la revisión según la inflación anual, para este caso se toma una inflación del 6%.

5.2 PRESUPUESTO DE INVERSIONES

Con toda la información registrada hasta este punto, se realiza un presupuesto de inversiones que garantice el dinero suficiente para el montaje y posterior arranque del proyecto. Si existe la posibilidad de recurrir a la financiación por parte del sistema bancario o entidades análogas, se realizará un ajuste al presupuesto de

inversiones dando como resultado un flujo ajustado de inversión, donde se halla el nuevo aporte requerido por los socios para la puesta en marcha.

Dentro de los activos fijos de inversión se han designado unos rubros especiales para construcciones y obras civiles, muebles y enseres, así como para maquinaria y equipos. Además se encuentran unos activos diferidos representados por los costos y gastos de puesta en marcha, y un capital de trabajo proveniente de unos requerimientos de efectivo para el funcionamiento y el pago de acreedores del primer periodo. Dentro del cuadro de inversiones se encuentran todas las erogaciones necesarias para el periodo de instalación y de funcionamiento del proyecto, además de la recuperación de las inversiones en el año de liquidación que se estima ocurrirá hacia el periodo doce.

5.3 COSTOS DE OPERACIÓN

Estos costos son lo que están ligados a la prestación del servicio. Entre ellos se encuentran los siguientes:

5.3.1 Materiales directos. Son los materiales necesarios para facilitar la prestación del servicio, están estimados en un rubro por periodo y con un incremento anual según la inflación.

5.3.2 Mano de obra directa. Son los operarios que participan directamente en la prestación del servicio, en este caso en la inspección de los vehículos. El rubro esta representado por el sueldo de un operario en un tiempo de trabajo.

$$MOD = \text{Sueldo} \times \text{Tiempo} \times N^{\circ} \text{ Operarios}$$

5.3.3 Prestaciones directas e indirectas. Están calculadas en un porcentaje sobre el rubro correspondiente a mano de obra directa e indirecta, este porcentaje es del 55% resultante de todas las erogaciones que el empleador debe pagar

además del salario básico de cada trabajador como los aportes al seguro, cajas de compensación, pensiones, cesantías, y demás rubros consignados dentro del ámbito legal.

$$**PRESTACIONES = MOD x 0,55**$$

5.3.4 Mano de obra indirecta. Son los operarios que participan indirectamente en la prestación del servicio. El rubro esta representado por el sueldo de un jefe, una secretaria y un empleado de servicios generales.

5.3.5 Depreciaciones. Se realizan por el método de la línea recta; la maquinaria, muebles y enseres se deprecian a 10 años y los equipos de cómputo se deprecian a 3 años según las normas tributarias, de la siguiente manera:

$$**DEPRECIACIÓN = Valor Maquinaria / Tiempo Depreciación**$$

5.3.6 Mantenimiento. Es el efectivo que generalmente se emplea en la conservación de equipos e instalaciones, está estimado en un rubro anual incrementado de un periodo a otro según la inflación.

5.3.7 Servicios. Es el valor que generalmente deja el resultado del consumo de un servicio público, para este caso principalmente la electricidad y el agua potable. Se tiene en cuenta que por ser una entidad oficial se le deben aplicar las tarifas correspondientes.

5.3.8 Amortización de diferidos. Es el resultado de amortizar las inversiones diferidas del periodo de instalación, que se supone ya han sido canceladas y que la legislación permite amortizar en los cinco primeros años de funcionamiento.

AMORTIZACIÓN = Valor Diferido / Tiempo Amortización

El costo de operación resulta de sumar todas las cifras especificadas anteriormente y serán estos los valores que se llevaran al presupuesto de producción para cada año en particular.

5.4 INGRESOS DEL CENTRO

El total de los ingresos generados en este proyecto corresponde al dinero recibido por cada una de las inspecciones que se realicen en un periodo contable. Actualmente el valor de la inspección oscila entre \$ 44.880 y \$ 32.450 dependiendo de la clase de servicio del vehículo, para efectos de este estudio se utilizara el valor promedio de \$ 38.665.

$$**INGRESOS = N° Inspecciones x $ 38.665**$$

5.5 UNIDADES A INSPECCIONAR

En este aparte se resumen las unidades que el Centro planea inspeccionar durante un mes; la cantidad de unidades depende del tiempo empleado en la inspección de un vehículo (vehículo/hora), ya sea liviano o pesado.

$$\text{UNIDADES/MES} = (\text{N}^{\circ} \text{ Vehículo/hora} \times \text{hora/día} \times \text{día/mes} \times \text{N}^{\circ} \text{ Líneas Veh. Livianos}) + (\text{N}^{\circ} \text{ Vehículo/hora} \times \text{hora/día} \times \text{día/mes} \times \text{N}^{\circ} \text{ Líneas Veh. Pesados})$$

Otro factor a tener en cuenta es el reproceso, es decir, los vehículos que no pasan la revisión deben ir a un taller particular para hacerle los ajustes necesarios y volver en determinado tiempo para hacer nuevamente la prueba que no pasaron, pero no se les cobrará ningún dinero. Esto se conoce como reproceso y supone una reducción en el número de vehículos revisados de más o menos un 20%.

5.6 PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN

Es un estado financiero que muestra la utilidad obtenida por el Centro en el periodo en cuestión. La fecha de presentación del presupuesto de producción coincide con la del balance general, pero se realiza para el lapso de tiempo que encierre el periodo de presentación de resultados. El presupuesto de producción contiene las siguientes cuentas.

5.6.1 Ingresos por inspecciones. Este es el rubro más importante del estado de resultados; del desempeño que muestre en determinado periodo se desenvuelve el resto de las expectativas trazadas en el desempeño del Centro.

5.6.2 Costo de operación. Es en este caso el valor de las inspecciones realizadas dependiendo el periodo que se analice y se estima que tendrán un crecimiento anual según el valor de la inflación.

5.6.3 Utilidad bruta. Es aquella utilidad que queda disponible para cubrir los gastos de operación y financieros del negocio, el pago de impuestos y por ultimo una utilidad a los socios.

5.6.4 Margen ajustado antes de Impuestos. Es la utilidad que genera el Centro como resultado del pago de los intereses del crédito y de la amortización de los intereses del periodo de instalación. Esta utilidad será la misma utilidad bruta si no se recurre a la financiación por parte de terceros.

5.6.5 Utilidad neta. Es la utilidad que genera el Centro incluyendo la estructura financiera (aportes de socios, préstamos bancarios, proveedores, etc.) que posee y el respectivo pago de impuestos, ya que este encuentra dentro de sus obligaciones fiscales el tributo a la renta, impuestos que actualmente se calculan sobre el valor de la utilidad antes de impuestos aplicándole el 35%.

5.6.6 Utilidad por distribuir. Es la utilidad que genera el Centro como negocio dedicado a una determinada actividad, después de incluir la estructura financiera y el pago de impuestos al gobierno y el descuento representado por la reserva legal que corresponde al 10% en Colombia, es decir, es la utilidad que en últimas queda para repartir dividendos.

5.6.7 Flujo de producción. Es el flujo resultante de la utilidad por distribuir más la suma de amortización de diferidos, reserva legal y depreciaciones. Si se utiliza financiación se debe también sumar el rubro correspondiente a la amortización de los intereses del periodo de instalación, dando así un flujo ajustado de producción.

5.7 FLUJO DE CAJA LIBRE

Es el flujo de caja resultante de la confrontación entre el presupuesto de inversiones y el presupuesto de producción, dando como resultado los flujos de dinero invertido y dinero recuperado a través de toda la duración del proyecto representada en cada uno de los periodos del mismo. Es el principal esquema para comparar la rentabilidad del proyecto mediante cualquier indicador, pues es el dinero que queda disponible de la inversión luego de atender todos los compromisos con los beneficiarios de la empresa (acreedores y socios). A los Bancos se le atiende con servicio a la deuda (capital más intereses), y a los propietarios con la suma restante, con la cual ellos toman decisiones, una de las cuales es la determinación de la cantidad a repartir como dividendos, en este caso los dividendos serán los correspondientes al 30% de la utilidad por distribuir.

5.8 INDICADORES DE RENTABILIDAD

5.8.1 Valor presente neto, VPN. Corresponde a la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos, valores que han sido tomados del flujo de caja libre para cada periodo y que han sido llevados al valor del dinero en el periodo inicial del proyecto, en otras palabras se ha pasado un valor futuro estipulado en un flujo de caja a un valor presente mediante la

aplicación de una tasa de interés y la siguiente fórmula de conversión de valor futuro a presente:

$$VPN = VPI - VPE \quad \text{y} \quad P = F / (1 + i)^n$$

Donde:

VPN = valor presente neto.

VPI = valor presente de ingresos.

VPE = valor presente de egresos.

P = valor presente.

F = valores futuros.

n = N° de periodos.

i = tasa de interés.

Se observa que existen diferentes tasas de interés para los cuales el valor presente neto es positivo y otras para las cuales el valor presente neto es negativo, por lo cual se establece un criterio de decisión tomando como instrumento el valor presente neto, mediante la selección de una tasa que no es otra que la tasa de oportunidad (T_o).

En conclusión, la regla de decisión será recomendar un proyecto cuando su valor presente neto sea mayor que cero, no recomendarlo cuando el valor presente neto sea menor que cero y tomar una actitud indiferente ante el proyecto cuando el valor presente neto sea igual a cero, por lo que se concluye que un proyecto es ventajoso para personas o entidades que posean una tasa de oportunidad (T_o) inferior a la tasa que me convierte el valor presente neto en cero (TIR).

5.8.2 Tasa interna de retorno, TIR. Es la tasa de interés que determina que el valor presente del proyecto sea igual a cero, donde se equiparan el valor presente

de los ingresos con el valor presente de los egresos y donde un criterio adecuado de decisión es establecer comparación entre la TIR del proyecto y la tasa de oportunidad del inversionista. Si la TIR es mayor que la tasa de oportunidad del inversionista (T_o), significa que el retorno del proyecto es suficiente para compensar el costo de oportunidad del dinero y además producir un rendimiento adicional, por lo cual resulta llamativo. En el cálculo de la TIR no se necesita conocer la tasa de interés, ya que es lo que precisamente se busca en la operación, se precisa posteriormente conocer una tasa de oportunidad (T_o) que permita su comparación.

Entonces se concluye que se debe invertir en un proyecto cuando su TIR sea superior a la tasa de oportunidad para niveles de riesgo similares, siendo la TIR en general, la tasa de interés de oportunidad para la cual el proyecto será apenas aceptable, constituyéndose en un valor crítico que represente la mayor rentabilidad que el inversionista puede recibir.

5.8.3 Retorno de la inversión (PAYBACK). El análisis del periodo de retorno sobre la inversión se define como el número de periodos requeridos para recuperar la inversión inicial. Primero se deben hallar los flujos de caja de cada periodo y luego se llevan cada uno de estos flujos mediante interés compuesto al punto de inicio del proyecto (ver tabla 40), haciendo abonos a la inversión inicial hasta llegar a cubrir todo el valor invertido al inicio.

Tabla 40. Fórmulas para llevar los valores futuros a presente.

	Flujo de Caja	VP del FC	Acumulado
Inversión Inicial	Aporte inicial		
Año 1	Flujo de Caja 1	$VP_1 = \frac{VF_1}{(1+i_p)^1}$	VP_1
Año 2	Flujo de Caja 2	$VP_2 = \frac{VF_2}{(1+i_p)^2}$	$VP_1 + VP_2$
...
Año n	Flujo de Caja n	$VP_n = \frac{VF_n}{(1+i_p)^n}$	$VP_1 + VP_2 + \dots + VP_n$

Fuente: Libro, Gestión de Proyectos, Juan José Miranda M, 2001.

Se va analizando el acumulado del valor presente neto de los flujos de caja y en el momento en que estos sean iguales a la inversión inicial, allí se encuentra el punto de equilibrio del retorno sobre la inversión, para lo cual solo se debe inspeccionar en que tiempo (periodo) ocurre el último flujo de caja necesario para cubrir el monto aportado. La siguiente ecuación lo define claramente:

$$\mathbf{INVERSION\ INICIAL = VNP_1 + VNP_2 + \dots + VNP_n}$$

Donde:

VNP_n = valor neto en cada periodo.

5.8.4 Estado de flujo de efectivo. El estado de flujo de efectivo permite mantener un constante monitoreo de las erogaciones e inyecciones de efectivo que tiene la empresa periodo a periodo. De esta manera se puede planear y prever periodos de liquidez ó superávit de efectivo; sin embargo como se describió anteriormente puede presentarse aumentos de efectivo que deben manejarse con

destreza, ya que la caja de la empresa debe tender a cero. Un superávit puede indicar que existe exceso de recursos comprometidos en la operación del negocio pero un déficit puede descifrar una falta de capital de trabajo para operar. Además de este flujo de efectivo depende el pago de dividendos al final de cada periodo, el efectivo inicial que se requiera comprometer para el periodo siguiente y el efectivo final que se mantendrá al final del periodo vigente.

5.9 ANÁLISIS FINANCIERO

Para facilitar el análisis económico se plantean cinco escenarios con condiciones diferentes donde se puede observar cual será el tiempo de recuperación de la inversión inicial y su máxima rentabilidad.

5.9.1 Escenario A. En esta situación se hará la inversión con capital propio, la compra de equipos se hará a una empresa que provee la totalidad de los mismos de un solo fabricante, por lo que su costo es un poco mayor al de los demás proveedores, esto asciende a € 266.512 con un valor de \$ 2.920 por euro. Dentro de este mismo escenario se plantea que en cada línea de livianos se revisen cinco vehículos por hora y en la de pesados cuatro.

5.9.2 Escenario B. En esta situación se tendrán en cuenta los mismos aspectos del escenario A, con la única diferencia que la inversión será 70% aporte de los inversionistas y 30% financiado en una entidad bancaria a 10 años, con un interés efectivo anual de 17,35% el cual será pagadero a partir del segundo año, dando un año de gracia para empezar a amortizar el crédito, pero pagando intereses en el primer año correspondiente al periodo de instalación. Esta cantidad de capital a financiar es la recomendada por los expertos, ya que si el negocio no llega a salir bien la deuda contraída no será tan difícil de cancelar.

5.9.3 Escenario C. En esta situación se hará la inversión con capital propio, pero la compra de los equipos se hará a una empresa donde estos son una integración

de varias marcas, por lo que su costo es menor ascendiendo a € 195.000 con un valor de \$ 2.920 por euro. Dentro de este mismo escenario se plantea que en cada línea de livianos se revisen cinco vehículos por hora y en la de pesados cuatro.

5.9.4 Escenario D. En esta situación se tendrán en cuenta los mismos aspectos del escenario C, con la única diferencia que la inversión será 70% aporte de los socios y 30% financiado en una entidad bancaria a 10 años y con las mismas características presentes en el escenario B.

5.9.5 Escenario E. En este escenario se plantea hacer la inversión con capital propio, comprando la misma clase de equipos del escenario A, pero siendo optimistas asumiendo que se revisarían seis vehículos pesados y doce vehículos livianos por hora, por cada línea de inspección; siendo esta la máxima capacidad de revisión dispuesta por la Resolución 3500.

5.9.6 Análisis de escenarios. El análisis de escenarios de operación tienen como objetivo dar una idea del riesgo financiero que posee un proyecto respecto de las diferentes formas en que varían algunos factores que pueden llegar a influir en la decisión de los inversionistas, ya que se puede generar alguna conducta previsible pero con algún grado de incertidumbre. A continuación, en la tabla 41 se reúnen algunos indicadores de rentabilidad seleccionados para la evaluación de este proyecto para cada uno de los escenarios propuestos anteriormente.

Tabla 41. Indicadores de rentabilidad para los distintos escenarios.

	VPN (20%)	PAYBACK	TIR (%)
Escenario A	\$ 287.730.807,63	Periodo 8	24,5726
Escenario B	\$ 210.492.833,96	Periodo 9	24,3811
Escenario C	\$ 471.011.853,53	Periodo 7	28,4921
Escenario D	\$ 405.282.269,35	Periodo 7	29,5071
Escenario E	\$ 3.676'942.803,42	Periodo 3	65,4160

Primero que todo se observa que en el primer periodo se realiza la inversión principal y en el periodo doce se produce la recuperación de los activos. Con base en la tabla anterior se presentan las siguientes conclusiones:

- Escenario A.** Para este caso, partiendo del hecho que se contempla la instalación de equipos costosos, se encuentra que el VPN para un interés del 20% es un valor positivo, lo cual indica que la inversión inicial se recuperará en su totalidad en el periodo 8 y además, se recibirán dividendos adicionales. La tasa interna de retorno para este escenario es de 24,5723% y al ser comparada con la tasa de oportunidad (To) permitiría tener una idea clara sobre la viabilidad financiera del proyecto, es decir, entre menor sea la To con respecto a la TIR el proyecto será más atractivo para los inversionistas.
- Escenario B.** Este caso difiere del anterior debido al capital proveniente de la entidad financiera; es así que para el mismo interés, el VPN resulta ser positivo pero inferior al escenario A, lo cual indica que los dividendos adicionales recibidos se disminuirán debido al pago de los intereses de la obligación adquirida, además la recuperación del capital inicial se logrará un periodo mas tarde (periodo 9). La tasa interna de retorno resulta ser del 24,3811%, valor que al compararlo con el obtenido en el escenario anterior no es significativamente menor lo cual le permite seguir siendo atractivo, ya que si bien los dividendos no son iguales, para los

inversionistas puede ser una gran alternativa invertir inicialmente menos dinero y trabajar con capital ajeno con el fin de llevar el proyecto a su realización.

- **Escenario C.** Este escenario presenta una alta rentabilidad reflejada en el VPN obtenido, que es un 38% mayor al encontrado en el escenario A (\$287.730.807,63); la recuperación del capital inicial se realiza en el periodo 7, siendo este menor comparado con el mismo escenario. Igualmente, la tasa interna de retorno es unos puntos mayor ubicándose en 28,4921%. Por todas estas consideraciones este escenario resulta ser aún más atractivo que los anteriores, todo esto es reflejo de la menor inversión que se realiza al no adquirir equipos tan costosos pero corriendo el riesgo de presentar inconvenientes durante el periodo de funcionamiento por la menor calidad de los mismos y la posible demora en el respaldo al contar con equipos de varias marcas.
- **Escenario D.** Para este caso como en las demás situaciones el VPN es positivo, pero menor en comparación con el escenario anterior por las consideraciones ya expuestas para la situación en la cual se adquiere una obligación bancaria; de igual forma la recuperación del capital inicial se realiza en el periodo 7 y la tasa interna de retorno es mayor alcanzando un valor de 29,5071%. Nuevamente los inversionistas se encuentran en la situación de recibir menos dividendos adicionales pero se ven favorecidos al hacer uso inicialmente de un dinero ajeno, lo cual hace al proyecto igualmente atractivo.
- **Escenario E.** Se ha contemplado en este caso la disminución de los tiempos de inspección de cada tipo de vehículo, esto es 5 minutos para cada vehículo liviano y 10 minutos para cada vehículo pesado. Esto produce un aumento en el número final de vehículos inspeccionados anualmente, obteniendo por consiguiente unas mayores utilidades operativas del proyecto y a la larga una mejor oportunidad para los inversionistas que decidan participar. El VPN aumenta considerablemente alcanzando un valor de \$ 3.676'942.803,42, siendo este

1.177,9% mayor al obtenido en el escenario A y recuperando la inversión inicial en el periodo 3, lo cual es un tiempo muy corto para un proyecto de tal magnitud económica. Igualmente la TIR aumenta a un valor de 65,4160% generando en él un alto grado de atracción para los inversionistas, ya que muy pocos proyectos producen una rentabilidad tan elevada.

Finalmente, se puede observar que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de escenarios propuestos. Igualmente es importante resaltar que la rentabilidad de dicho proyecto esta centrada en el número de revisiones realizadas por hora en cada línea de inspección, es decir, si se hace una optimización del proceso de revisión que conlleve a reducir el tiempo utilizado en cada vehículo, los ingresos aumentarán y la inversión se recuperará en un tiempo menor. Así mismo, si el costo de la revisión es mayor al planteado para el análisis de escenarios, es lógico afirmar que la rentabilidad del proyecto sea mayor.

CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta solamente el parque automotor matriculado en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga se deduce que el diseño del CDA bajo la limitante de infraestructura y espacio disponible, no cubriría la totalidad de vehículos a revisar, por lo que se hace necesario la creación de otros centros para cubrir la demanda.
- Este trabajo permitió conocer que en cuanto a las normas que regulan la contaminación proveniente de las fuentes móviles, Colombia se encuentra en una posición de atraso ya que éstas son muy antiguas; además las autoridades pertinentes no se han preocupado por actualizarlas con el paso de los años, teniendo en cuenta que los avances tecnológicos han permitido la obtención de combustibles más limpios y el mejoramiento de los procesos de combustión.
- Respecto a las Especificaciones Normativas Disponibles relacionadas con el tema técnico-mecánico que se encuentran en proceso de convertirse en una Norma Técnica Colombiana (NTC), no se ha tenido en cuenta en su elaboración la participación de alguna institución de educación superior, desconociendo la importancia de los aportes que las universidades como centros de investigación puedan brindar para el desarrollo de una norma de alta calidad.
- La calidad del aire que se respira en la ciudad se ve afectada por la contaminación producida por las fuentes móviles, no obstante, las autoridades ambientales solo se dedican a monitorear los niveles de los contaminantes en el aire sin preocuparse por establecer planes concretos que permitan bajarlos o por lo menos controlarlos de forma efectiva.

- La creación de un Centro de Diagnóstico Automotor como el planteado en este trabajo, permitiría la disminución de la accidentalidad por fallas mecánicas en las carreteras del país al proporcionar una mayor seguridad durante la conducción, de igual forma contribuiría a la reducción de la contaminación proveniente de los vehículos.
- La organización propuesta para el Centro evitará que los propietarios de los vehículos tengan contacto directo con los operarios de las pistas para hacer que se manipulen los resultados de las pruebas como actualmente sucede en las revisiones de gases.
- El espacio disponible tanto para las pistas como para el área administrativa no permitió desarrollar otras propuestas de distribución en planta, además las características propias de cada prueba de inspección hacen que la disposición planteada de los equipos sobre las pistas sea la más óptima con el fin de que el proceso de revisión se realice eficientemente; por tal motivo se presentaron varias alternativas o escenarios que giraban en torno al aspecto económico, analizando y mostrando el comportamiento en cada uno de ellos.
- Además del beneficio que trae a la ciudadanía la creación del Centro, el estudio económico de la viabilidad del mismo refleja que la inversión inicial se recupera en su totalidad y además genera unas ganancias adicionales, las cuales pueden aumentar en la medida en que se optimice el proceso de revisión reflejándose en un mayor número de vehículos inspeccionados por hora.
- La elaboración de este trabajo de grado nos permitió desarrollar una actitud crítica al hacer el análisis y la comparación de las normas tratadas en el documento. Además, el hecho de desarrollar temas de otras ingenierías como el estudio económico, entre otros, nos ayudó a ampliar nuestros conocimientos y nuestra perspectiva como ingenieros.

RECOMENDACIONES

- Las autoridades ambientales además de disminuir los valores permisibles de emisión de contaminantes para las fuentes móviles, deben establecer programas de control de la contaminación donde se contemplen medidas que incentiven a los ciudadanos para que adquieran una conciencia ambiental que les permita la aceptación de dichas normas y los convierta en parte fundamental de tales programas.
- En la actualidad es necesario que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial reglamente el monitoreo y control del PM_{2,5} por parte de las autoridades ambientales de cada región, ya que solo se contempla su monitoreo si lo estiman conveniente, lo que conlleva a que las instituciones encargadas no le den la importancia debida a este contaminante siendo el más peligroso de todos.
- Es de gran importancia contar con un inventario de emisiones que permita establecer cual es el sector que aporta la mayor cantidad de contaminantes al ambiente y que sirva como base para establecer planes de control a mediano y largo plazo con el propósito de reducirlos; esto debe hacerse desde ahora y no esperar a vivir la situación que aquejaba a Santiago de Chile o Ciudad de México para empezar a actuar.
- A la hora de comprar los equipos que se instalarán en el Centro se debe garantizar la perfecta integración de los mismos por medio del software para que el manejo de los datos se realice sin inconvenientes y que su funcionamiento sea el óptimo, evitando al máximo paradas no programadas que reduzcan la eficiencia en la prestación del servicio.

- Es una buena opción para los inversionistas que no dispongan de un capital tan grande o que no quieran arriesgar tanto dinero, contar con la financiación de un porcentaje de la inversión inicial, ya que como lo muestra el análisis de escenarios no existe una marcada diferencia en los indicadores de rentabilidad, es decir, se pueden obtener casi los mismos dividendos usando dinero de terceros.
- Se deben escoger equipos de última generación y alta calidad sin tener muy en cuenta la inversión que representen, ya que como se vio en el estudio económico ésta se recupera en su totalidad, y el hecho de contar con esta clase de equipos garantiza una alta eficiencia y una mejor productividad del Centro.
- Las líneas de inspección para vehículos livianos con el montaje de unos aditamentos especiales podrían realizar la revisión de motocicletas, pero esto reduciría el tiempo disponible para los vehículos livianos, afectando los ingresos del Centro; por tanto se recomienda la adquisición de un terreno preferiblemente adyacente a éste, con el fin de adecuarlo para el montaje de una línea de inspección para vehículos de dos y tres ruedas y cuatriciclos, ya que estos representan el 18% del total del parque automotor matriculado en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga y generarían un ingreso significativo adicional.
- Con la intención de mejorar y optimizar el funcionamiento del Centro de Diagnóstico Automotor se recomienda una relación más estrecha y de mutua colaboración entre la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, y la Universidad Industrial de Santander; esta colaboración podría extenderse hasta los mismos ministerios de Transporte y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, generando aportes de gran valor para el fortalecimiento de dichos centros a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

CHILE. Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago. Evolución de la Calidad del Aire en Santiago. 2004, 63 páginas.

COLOMBIA. Congreso de la República. Ley 769 de 2002, por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito.

COLOMBIA. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Informe sobre la calidad del aire de la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana correspondiente a los meses de agosto a octubre de 2004.

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Transporte. Resolución 1048 de 1999, por medio de la cual se fijan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, en condiciones de prueba dinámica, a partir del año modelo 2001.

COLOMBIA. Ministerio de Salud. Resolución 8321 de 1983, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas por causa de la producción y emisión de ruidos.

COLOMBIA. Ministerio de Transporte. Resolución 3500 de 2005, por la cual se establecen las condiciones mínimas que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para realizar las revisiones técnico-mecánica y de gases de los vehículos automotores que transiten por el territorio nacional.

COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA. COM(2004) 160 final, Informe de la Comisión de las Comunidades Europeas al Parlamento Europeo y al Consejo, de 10 de marzo de 2004, sobre las medidas comunitarias vigentes en relación con las fuentes de ruido ambiental.

COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA. Directiva 1998/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 1998, relativa a las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor y por la que se modifica la Directiva 70/220/CEE del Consejo.

COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA. Directiva 1999/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 1999, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores diesel destinados a la propulsión de vehículos, y contra la emisión de gases contaminantes procedentes de motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o gas licuado del petróleo destinados a la propulsión de vehículos, y por la que se modifica la Directiva 88/77/CEE del Consejo.

COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA. Directiva 2002/51/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de julio de 2002, sobre la reducción del nivel de emisiones contaminantes de los vehículos de motor de dos o tres ruedas, y por la que se modifica la Directiva 97/24/CE del Consejo.

ECUADOR. Corporación Centros de Revisión y Control Vehicular del Distrito Metropolitano de Quito (CRyCV). Bases para el concurso N°. 001-2002-CRCV, para la contratación de inversión privada y prestación de servicios para la instalación y funcionamiento de los Centros de Revisión y Control Vehicular (CRCV) en el distrito metropolitano de Quito. 2002, 73 páginas.

ESPAÑA. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Manual de procedimiento de inspección de las estaciones I.T.V. Revisión tercera. 2002, 282 páginas.

ESPERT ALEMANY, Vicent y LÓPEZ JIMÉNEZ, Amparo. Dispersión de contaminantes en la atmósfera. Alfaomega Grupo Editor. Ciudad de México, México. 2004, pág 5.

ESTADOS UNIDOS. Agencia de Protección Ambiental, EPA. Documento EPA420-F-97-014 de septiembre de 1997. Emission Standards Reference Guide for Heavy-Duty and Nonroad Engines.

ESTADOS UNIDOS. Agencia de Protección Ambiental, EPA. Documento EPA420-B-00-001 de febrero de 2000. Federal and California Exhaust and Evaporative Emission Standards for Light-Duty Vehicles and Light-Duty Trucks.

ESTADOS UNIDOS. Agencia de Protección Ambiental, EPA. Documento EPA420-F-03-044 de diciembre de 2003. EPA Finalizes Emission Standards for New Highway Motorcycles.

ESTADOS UNIDOS. Agencia de Protección Ambiental, EPA. Documento EPA420-F-03-045 de diciembre de 2003. In-Depth Information for Motorcycle Owners on EPA's New Emission Standards for Highway Motorcycles.

Manual sobre aire comprimido y su aplicación en la industria. Atlas Copco AB. Cuarta edición. 1984, Cap. 7.

MÉXICO. Secretaría del Medio Ambiente de Ciudad de México. Cuarto informe de trabajo. 2004, 139 páginas.

MIRANDA MIRANDA, Juan José. 2001. Gestión de proyectos. Cuarta edición. Editora Guadalupe. Bogotá, Colombia. Caps. 8 y 9.

Normas para diseño de sistemas de distribución. Electrificadora de Santander S.A.. 1993, 126 páginas.

PERÚ. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Reglamento Nacional de Vehículos. 2003, 119 páginas.

ANEXOS

ANEXO A. SELECCIÓN DEL COMPRESOR³

Para iniciar la selección del compresor con el que contará el Centro de Diagnóstico Automotor es necesario conocer los requerimientos de aire del mismo, que son capacidad y calidad del aire.

La capacidad de aire está determinada por su presión y su volumen. La presión de aire requerida en este caso es de 120 psi, debido a que la línea aunque está destinada a la limpieza de los equipos del centro y de los vehículos que lo necesiten durante la inspección visual, se prevé la calibración de la presión de las ruedas de los vehículos tanto livianos como pesados y por estos últimos es necesario contar con la presión mencionada anteriormente. El volumen de aire requerido se determina por la aplicación del sistema, en este caso se tiene en cuenta el número de puntos de consumo de aire y la cantidad que exige cada uno; el sistema contará con nueve puntos de servicio (ver plano 8) distribuidos a lo largo de cada una de las pistas, cuyo consumo se podría asimilar al de pistolas de soplado que es de 10 l/s (tabla A-1).

Para el cálculo de la capacidad real se utiliza la fórmula:

$$Q_{real} = Q_{teórica} \times \text{factor de uso} \times \text{factor de simultaneidad}$$

Donde:

Q_{real} = consumo de aire real del centro

$Q_{teórica}$ = número de puntos de consumo x consumo de aire del equipo

³ Manual sobre aire comprimido y su aplicación en la industria. Atlas Copco AB. Cuarta edición. 1984, Cap. 7.

factor de uso = depende del grado de utilización según la tabla A-1

factor de simultaneidad = se determina con base en la figura A-1

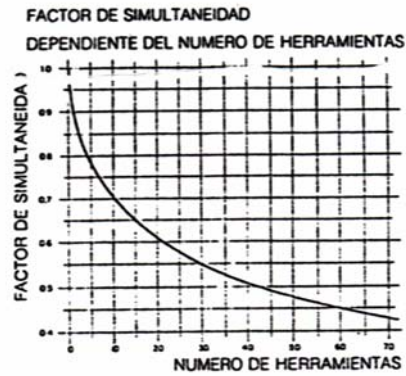
Tabla A-1. Consumo de aire y grado de utilización para herramientas de aire comprimido.

Tipo de herramienta		Consumo de aire l/s	Grado de utilización*				
			1	2	3	4	5
Llaves de impacto	≤ 1/2"	8	0,2	0,1	0,2	0,2	0,05
	> 1/2"	13	0,3	0,2	0,1	-	0,15
Apretadoras	≤ M 8	9	0,35	0,1	0,05	0,05 – 0,2	-
	≥ M 10	19	0,4	0,1	0,01	0,05	-
Taladro	≤ 12 mm	5	0,15	0,1	0,25	0,3	0,2
	> 12 mm	10	0,2	0,1	0,1	0,1	0,25
Rectificadora	-	8	0,05	0,1	-	0,1	-
Esmeriladora	< 6"	10	0,1	0,2	0,2	0,15	0,2
	> 6"	54	0,01	0,35	0,4	0,15	0,3
Rascadora	-	6	-	-	0,1	0,1	-
Polipastos	≤ 11	35	0,1	0,01	0,05	0,1	-
	> 11	45	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05
Martillo bulonador	Leve	6	-	0,15	0,1	-	0,1
	Pesado	12	-	0,01	0,2	-	0,3
Atornillador	-	6	0,5	0,1	-	0,3	-
Pistola de limpieza/soplado	-	6/10	0,01	0,05	0,1	0,05	-
Pistola de pintura	Automático	5	0,6	0,25	0,15	0,3	0,2
	Manual	5	0,8	-	-	0,9	-

* 1.- Industria automotriz. 2.- Taller mecánico. 3.- Industria mecánica pesada. 4.- Industria de fabricación de bienes durables. 5.- Instalaciones completas.

Fuente. Manual sobre aire comprimido y su aplicación en la industria, página 161.

Figura A-1. Factor de simultaneidad para el cálculo del Qreal.



Fuente. Manual sobre aire comprimido y su aplicación en la industria, página 161.

Entonces:

$$Q_{real} = 90 \text{ l/s} \times 0,05 \times 0,71 = 3,195 \text{ l/s} \approx 3,2 \text{ l/s}$$

Ahora,

$$Q_{total} = Q_{real} + \% \text{ por expansión} + \% \text{ por fugas}$$

Donde:

% por expansión = estimación de crecimiento de la instalación

% por fugas = estimación por fugas en el sistema en un rango de 5 – 30 %

Se toma un 30% por expansión previendo la construcción de una pista adicional. En cuanto a las fugas se toma un 30%, teniendo en cuenta que si bien el montaje se hace de la mejor forma es probable que durante el tiempo de operación el sistema reciba poco mantenimiento.

$$\% \text{ por expansión} = 3,2 \text{ l/s} \times 0,3 = 0,96 \text{ l/s}$$

$$\% \text{ por fugas} = 3,2 \text{ l/s} \times 0,3 = 0,96 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{total}} = 3,2 \text{ l/s} + 0,96 \text{ l/s} + 0,96 \text{ l/s} = 5,12 \text{ l/s} \text{ (10,84 cfm)}$$

Este Q_{total} sería la capacidad mínima del compresor que se necesita.

Con este dato y el de la presión se elige el compresor adecuado, con base en un catálogo de compresores Ingersoll-Rand se toma el siguiente equipo:

Modelo 2475N5, con un motor de 5 HP, una capacidad de 16,8 cfm (7,97 l/s), una presión máxima de trabajo de 175 psi y un tanque con una capacidad de 80 gal (302,8 l), ver figuras A-2 y A-3.

Ahora se pasa a analizar el comportamiento del compresor seleccionado durante su funcionamiento.

Tiempo de carga inicial del tanque de 80 galones a 175 psi:

$$T_i = \frac{V_T \times (P_1 - P_2)}{(Q_{\text{out}} - Q_{\text{in}}) \times Pa}$$

Donde:

T_i = tiempo que demora el compresor en llenar el tanque a la presión indicada en min

V_T = volumen del tanque en ft^3

P_2 = presión de trabajo final en psi

P_1 = presión de trabajo inicial en psi

Q_{out} = caudal de demanda en cfm

Q_{in} = caudal que entrega el compresor en cfm

P_a = presión atmosférica local (para Bucaramanga $P_a = 13$ psi)

$$T_i = \frac{10,7 \text{ ft}^3 \times (0 - 175) \text{ psi}}{(0 - 16,8) \text{ cfm} \times 13 \text{ psi}} = 8,57 \text{ min}$$

Este tiempo es el que necesita inicialmente el compresor para estar en disposición de trabajar y cumplir con los requerimientos del sistema.

Tiempo que demora el compresor en cargar el tanque desde una presión de 120 psi hasta 175 psi sin demanda del sistema.

$$T = \frac{V_T \times (P_1 - P_2)}{(Q_{out} - Q_{in}) \times P_a}$$

$$T = \frac{10,7 \text{ ft}^3 \times (120 - 175) \text{ psi}}{(0 - 16,8) \text{ cfm} \times 13 \text{ psi}} = 2,69 \text{ min}$$

Tiempo que demora el compresor en alcanzar la presión máxima de trabajo con la demanda total del sistema.

$$T_{on} = \frac{V_T \times (P_2 - P_1)}{(Q_{in} - Q_{out}) \times P_a}$$

$$T_{on} = \frac{10,7 \text{ ft}^3 \times (175 - 120) \text{ psi}}{(16,8 - 10,84) \text{ cfm} \times 13 \text{ psi}} = 7,59 \text{ min}$$

Tiempo que demora el tanque en descargarse a una presión mínima de 120 psi cuando el compresor está apagado y con demanda total del sistema.

$$T_{off} = \frac{V_T \times (P_2 - P_1)}{Q_{out} \times P_a}$$

$$T_{off} = \frac{10,7 \text{ ft}^3 \times (175 - 120) \text{ psi}}{10,84 \text{ cfm} \times 13 \text{ psi}} = 4,17 \text{ min}$$

Tiempo total del ciclo on-off del compresor.

$$T_c = T_{on} + T_{off}$$

$$T_c = 7,59 \text{ min} + 4,17 \text{ min} = 11,77 \text{ min}$$

Número de arranques del compresor por hora:

$$N^{\circ} \text{ arranques} = \frac{60 \text{ min}}{T_c} = \frac{60 \text{ min}}{11,77 \text{ min}} = 5,1$$

Un ciclo del compresor corresponde al tiempo que dura encendido el compresor hasta alcanzar la presión máxima de trabajo más el tiempo que dura apagado mientras que el sistema sigue requiriendo aire; el tiempo que dure dicho ciclo no debe ser muy corto para evitar un recalentamiento en el compresor y por consiguiente una disminución de su vida útil. Por recomendación de expertos lo óptimo es que el número de arranques o ciclos por hora del compresor no sobrepase de 10.

En cuanto a la tubería necesaria para la instalación por no ser una aplicación especial se recomienda que sea de acero, ubicada bajo piso y con una unidad de mantenimiento para aire comprimido a la salida del compresor (ver plano 8).

Figura A-2. Especificaciones del compresor Ingersoll-Rand modelo 2475N5.

Around the world, millions of Type-30® air compressors are running strong in the most demanding conditions. Here's why:

Removable cylinders.
Easy to repair. Provides even, 360° cooling. Eliminates hot spots.

Two-stage design.
Provides 175 PSIG operation.

Simple multifinger valves.
Dependable and easy to maintain.

Overhung crankshaft.
Precision-balanced to run smoothly and quietly.

One-piece connecting rod.
Fewer wearing parts.

Finned copper intercooler.
Runs cool in even the most demanding conditions.

Splash lubrication.
Simple and reliable. Does not require oil pump, so it is inexpensive and easy to maintain.

100% Cast Iron

For more than 65 years, Ingersoll-Rand's Type-30 industrial air compressors have set the industry's standards. Their rugged, 100% solid cast-iron construction, proven reliability and durability have made them the number-one-selling compressors in their class. And they are backed by Ingersoll-Rand, the world's largest manufacturer of air compressors.

Model	Motor (HP)	ASME Receiver Size (GAL)	Capacity (ACFM)	Max. Pressure (PSIG)	Package Dimensions (LxWxH in)	Net Weight (lb)
2475N5	5	80 (Vert.)	16.8	175	38x26x69	500
2475D5	5	80 (Hor.)	16.8	175	67x21x44	535
2475N7.5	7.5	80 (Vert.)	24.0	175	38x26x69	510

AVAILABLE IN 230 VOLT, 1 PHASE, 60 CYCLE OR 200, 230, 460, 575 VOLT, 3 PHASE, 60 CYCLE ELECTRICS.

Ingersoll-Rand air compressors are not designed, intended or approved for breathing air. Compressed air should not be used for breathing air applications unless treated in accordance with all applicable codes and regulations.

Nothing contained in this brochure is intended to extend any warranty or representation, expressed or implied, regarding the products described herein. Any such warranties or other terms and conditions of sale shall be in accordance with Ingersoll-Rand's standard terms and conditions of sale for such products which are available upon request.

Product improvement is a continuing goal at Ingersoll-Rand. Designs and specifications are subject to change without notice or obligation.

INGERSOLL-RAND
AIR COMPRESSORS

Visit our website at <http://www.air.ingersoll-rand.com>

Form 1879-B
Printed in U.S.A.

Reciprocating Compressor Division
Ingersoll-Rand Company
Davidson, NC 28036

© 1998 Ingersoll-Rand Co.

Fuente. Catálogo de compresores recíprocos Ingersoll-Rand Company.

De la anterior figura se pueden mencionar las características del compresor seleccionado:

- Modelo 2475N5
- Motor de 5 HP
- Capacidad de 16,8 cfm (7,97 l/s)
- Presión máxima de trabajo de 175 psi
- Tanque vertical con una capacidad de 80 gal (302,8 l)
- Dimensiones, largo 38", ancho 26" y alto 69"
- Peso neto de 500 lb.

El proveedor presta asesoría para el montaje y entrega el equipo en funcionamiento, evitando algún daño durante la puesta en marcha.

Figura A-3. Compresor Ingersoll-Rand modelo 2475N5 de tanque vertical.



Fuente. Catálogo de compresores recíprocos Ingersoll-Rand Company.

ANEXO B. MEMORIAS DE CÁLCULO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL.

1. CONCRETO PISTA No. 3

Concreto de 3.000 psi

E = 15 cm

Área = 165,86 m²

Volumen = 24,88 m³

2. EXTENSIÓN PISTAS ACTUALES

Concreto de 3.000 psi

E = 15 cm

PISTA N^o. 2

Corte de concreto = 22,4 m-cm (metros de corte con máquina)

Rotura de concreto = 28,12 m²

Área = 28,12 m²

Volumen = 4,22 m³

PISTA N^o. 1

Corte de concreto = 23,76 m-cm

Rotura de concreto = 30,57 m²

Área = 23,38 m²

Volumen = 3,50 m³

3. SARDINELES EN CONCRETO DE 2.500 psi

Pista Número 1 = 8 m

Pista Número 2 = 51 m

Pista Número 3 = 97 m

4. ANDENES EN CONCRETO DE 2.500 psi

Pista Número 1 = 10,60 m²

Pista Número 2 = 53,4 m²

Pista Número 3 = 138,66 m²

5. CONCRETO ZAPATAS PARA COLUMNAS MURO DE CERRAMIENTO

Concreto de 3.000 psi

E = 0.4 m

Área = 0,6 x 0,6 m²

Volumen = 2,16 m³ (15 Zapatas)

6. HIERRO ZAPATAS

1 Parrilla con varillas de 1/2" de 50 cm, una cada 15 cm en ambos sentidos.

Total varillas = 6 de 1/2" de L = 6 m

7. VIGAS DE AMARRE MURO DE CERRAMIENTO Y MEDIANÍA

Concreto de 3.000 psi

Sección = 0,25 x 0,25 m²

Vigas longitudinales de 5,76 m, son 14

Volumen de concreto = 5,04 m³

Refuerzo longitudinal = varillas de 1/2", en total 48 varillas de 6 m

Refuerzo transversal = varillas de 1/4", en total 51 varillas de 6 m

Vigas transversales de 6,06 m, son 12

Volumen de concreto = 4,54 m³

Refuerzo longitudinal = varillas de 1/2", en total 48 varillas de 6 m

Refuerzo transversal = varillas de 1/4", en total 88 varillas de 6 m

8. COLUMNAS DE 0,25 x 0,25 m² PARA MURO DE CERRAMIENTO Y DE 0,15 x 0,15 m² PARA MURO DE MEDIANÍA

Concreto de 3.000 psi

Volumen de concreto = 4,38 m³, son 15 de 5 m (Cerramiento)

Volumen de concreto = 0,88 m³, son 13 de 3 m (Medianía)

Refuerzo longitudinal = 79 varillas de 1/2" de 6 m

Refuerzo transversal = 91 varillas de 1/4" de 6 m

9. VIGAS INTERMEDIAS Y CINTA LONGITUDINALES de 0,25 x 0,25 m²

Concreto de 3.000 psi

Volumen de concreto = 4,32 m³, son 12 de 5.76 m

Refuerzo longitudinal = 44 varillas de 1/2" de 6 m

Refuerzo transversal = 87 varillas de 1/4" de 6 m

10. VIGAS CINTA TRANSVERSALES de 0,25 x 0,25 m² (COMPLETAR PÓRTICO)

Concreto de 3.000 psi

Vigas transversales de 6.06 m, son 27

Volumen de concreto = 10,22 m³

Refuerzo longitudinal = varillas de 1/2", en total 108 varillas de 6 m

Refuerzo transversal = varillas de 1/4", en total 198 varillas de 6 m

11. MAMPOSTERÍA MURO DE CERRAMIENTO Y MEDIANÍA

Muro en ladrillo H-15

Total mampostería = 155,52 m²

Mortero de pega 1:4 = 3,9 m³

Total friso = 155,52 m²

Muro en Rejilla

Total mampostería = 102 m²

Mortero de pega 1:4 = 2,55 m³

12. PINTURA MURO DE CERRAMIENTO

Total pintura = 155.52 m²

13. CÁRCAMOS

PISTA N°. 3

Excavación = 9,67 m³

Retiro de escombros = 9,67 m³

Alcantarilla con reja metálica (L = 3,16 m) = 1 unidad

PISTA N°. 2

Excavación = 15,22 m³

Retiro de escombros = 16,72 m³

Corte de concreto = 131 m-cm

Rotura de concreto = 10 m^2

Alcantarilla con reja metálica (L = 3,8 m) = 1 unidad

PISTA N°. 1

Excavación = $9,67 \text{ m}^3$

Retiro de escombros = $10,71 \text{ m}^3$

Corte de concreto = 130,5 m-cm

Rotura de concreto = $6,93 \text{ m}^2$

Alcantarilla con reja metálica (L = 3,16 m) = 1 unidad

14. ALINEADORES – SUSPENSIÓN Y FRENÓMETROS

PISTA N°. 3

Excavación = $0,8 \text{ m}^3$

Retiro de escombros = $0,8 \text{ m}^3$

Mortero 1:3 = $0,87 \text{ m}^3$

PISTA N°. 2

Excavación = $2,68 \text{ m}^3$

Retiro de escombros = $2,68 \text{ m}^3$

Mortero 1:3 = $1,39 \text{ m}^3$

Corte de concreto = 68,7 m-cm

Rotura de concreto = $13,74 \text{ m}^2$

PISTA N°. 1

Excavación = $0,8 \text{ m}^3$

Retiro de escombros = $0,8 \text{ m}^3$

Mortero 1:3 = $0,87 \text{ m}^3$

Corte de concreto = 53,3 m-cm

Rotura de concreto = 10,66 m²

15. CIMIENTOS CÁRCAMOS

PISTA N^o. 3

Vigas de 0,15 * 0,15 m² = 13,1 m

Columnetas de 0,15 * 0,15 * 1,7 = 6 unidades

PISTA N^o. 2

Vigas de 0,15 * 0,15 m² = 19,1 m

Columnetas de 0,15 * 0,15 * 1,7 = 8 unidades

PISTA N^o. 1

Vigas de 0,15 * 0,15 m² = 13,1 m

Columnetas de 0,15 * 0,15 * 1,7 = 6 unidades

16. MAMPOSTERÍA CÁRCAMOS

PISTA N^o. 3

Total mampostería = 21,8 m²

PISTA N^o. 2

Total mampostería = 29,73 m²

PISTA N^o. 1

Total mampostería = 21,8 m²

17. FRISOS Y PISOS CÁRCAMOS

PISTA N^o. 3

Total friso = 21,8 m²

Mortero de piso 1:3 = 5,96 m²

PISTA N^o. 2

Total friso = 29,73 m²

Mortero de piso 1:3 = 9,4 m²

PISTA N^o. 1

Total friso = 21,8 m²

Mortero de piso 1:3 = 5,96 m²

18. ESCALERAS EN CONCRETO DE 2.500 psi

PISTA N^o. 3

Total escaleras = 2,75 m

PISTA N^o. 2

Total escaleras = 2,75 m

PISTA N^o. 1

Total escaleras = 2,75 m

19. CUBIERTAS

Cuchillas en ladrillo para tejas = 0,87 m²

Total cuchillas = 23,49 m²

Total friso = 46,98 m²

Total pintura = 46,98 m²

Correas en varillas de 3/8"

Total correas por cubierta = 107,3 m

Total cubiertas = 3

Total correas zona administrativa = 90,78 m

Total correas = $321,9 + 90,78 = 412,68$ m

Teja termo acústica

Total teja = 906,18 m²

Desmonte de teja existente = 669,18 m²

20. DESAGÜES

Canaleta amazonas = 79,52 m

Bajante para aguas lluvias = 33 m

21. ASFALTOS

PISTA N°. 3

E = 15 cm

Base granular = 11 cm

Total pavimento = $51,96 \times 4,86$ m²

Total pavimento = 252,53 m²

22. OFICINA OPERARIOS PISTAS

Total demoliciones = 29,59 m²

Retiro de escombros = 5,07 m³

Total demolición piso existente = 9 m²

Mortero de piso 1:3 E = 7 cm

Total = 9 m²

Enchape piso baños = 6 m²
Enchape piso duchas = 3 m²
Puntos hidráulicos = 6 unidades
Puntos sanitarios = 6 unidades
Instalación lavamanos = 2 unidades
Instalación sanitarios = 2 unidades
Instalación puerta metálica (0,9 x 2,1) = 2 unidades
Mampostería = 23,08 m²
Friso = 40,22 m²
Pintura = 14,40 m²
Enchape pared baños = 27,36 m²

23. CUARTO DE HERRAMIENTA

Total demoliciones = 8,24 m²
Retiro de escombros = 1,24 m³
Instalación puerta metálica (0,9 x 2,1) = 1 unidad
Mampostería = 1,89 m²
Friso = 1,89 m²
Pintura = 1,89 m²

24. CUARTO DE CONTROL ELÉCTRICO

Instalación puerta metálica (0,9 x 2,1) = 1 unidad
Friso = 1,89 m²
Pintura = 1,89 m²
Mampostería ventana existente = 4,97 m²
Friso = 4,97 m²
Pintura = 4,97 m²

25. CUARTO DE MÁQUINAS

Total demolición = 1,89 m²

Retiro de escombros = 0,28 m³

Instalación puerta metálica (0,9 x 2,1) = 1 unidad

Mampostería = 1,89 m²

Friso = 1,89 m²

Pintura = 1,89 m²

Mampostería ventana existente = 4,97 m²

Friso = 4,97 m²

Pintura = 4,97 m²

26. ALMACÉN

Instalación puerta metálica (0,9 x 2,1) = 1 unidad

Mampostería = 1,89 m²

Friso = 3,78 m²

Pintura = 3,78 m²

Mampostería ventana existente = 2,4 m²

Friso = 2,4 m²

Pintura = 2,4 m²

27. BATERÍA DE BAÑOS

Total demolición piso existente = 24,27 m²

Mortero de piso 1:3 E = 7 cm

Total = 24,27 m²

Enchape piso baños = 24,27 m²

Puntos hidráulicos = 15 unidades

Puntos sanitarios = 15 unidades

Instalación lavamanos = 6 unidades
Instalación sanitarios = 6 unidades
Instalación orinales = 2 unidades
Instalación divisiones (global)
Demolición mampostería para puerta = 2,1 m²
Mampostería hueco puerta existente = 3,78 m²
Retiro de escombros = 6,81 m³
Friso = 3,78 m²
Pintura = 3,78 m²
Caja de inspección de (0,6 x 0,6)= 1 unidad
Demolición mampostería baños actuales = 31,98 m²
Enchape pared baños = 32,03 m²

28. SALA DE ESPERA

Total demolición de mampostería para ventanas = 10 m²
Total demolición muro existente = 19,34 m²
Instalación de ventana de 2,76 m x 1,8 m = 2 unidades
Retiro de escombros = 4,4 m³

29. RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS

Total demolición de mampostería para ventanas = 9,79 m²
Instalación de ventana de 3 m x 1,8 m = 1 unidad
Instalación de ventana de 3,9 m x 1 m = 1 unidad
Instalación de ventana de 2 m x 1,35 m = 2 unidades
Instalación puerta metálica (0,9 x 2,1) = 1 unidad
Retiro de escombros = 1,47 m³
Mampostería = 5,5 m²
Friso = 5,5 m²

Pintura = 5,5 m²

30. CERRAMIENTO PISTAS

Portón en tubo y malla eslabonada (L = 4,86 m, H = 3 m) = 6 unidades.

31. CERRAMIENTO OFICINAS

Cierre en ángulo de 1/4" y malla eslabonada (L = 1,76 m, H = 2,6 m) = 1 unidad.

Cierre en ángulo de 1/4" y malla eslabonada (L = 5,76 m, H = 0,8 m) = 7 unidades.

Cierre en ángulo de 1/4" y malla eslabonada (L = 5,76 m, H = 0,6 m) = 7 unidades.

32. CERRAMIENTO MAMPOSTERÍA MURO DE MEDIANÍA

Cierre en ángulo de 1/4" y malla eslabonada (L = 2 m, H = 1,5 m) = 13 unidades.

33. PROTECCIÓN CONTORNO EQUIPOS

Total ángulo = 8 tramos de 1 1/2" x 3/16" de L = 6 m

34. PROTECCIÓN CÁRCAMOS

Total ángulo = 6 tramos de 3" x 3/8" de L = 6 m

35. PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr/unit	Vr/total
1	Preliminares				
1,1	Localización y replanteo	m ²	248	\$ 1.868	\$ 463.264

1,2	Excavación manual	m ³	164,28	\$ 12.500	\$ 2.053.500
1,3	Nivelación y compactación	m ²	248	\$ 3.272	\$ 811.456
1,4	Retiro de escombros	m ³	185,22	\$ 11.300	\$ 2.092.986
				Sub-Total	\$ 5.421.206
2	Demoliciones				
2,1	Corte de concreto con maquina	m - cm	429,66	\$ 1.496	\$ 642.771
2,2	Rotura de concreto	m ²	100,02	\$ 5.220	\$ 522.104
2,3	Demolición mampostería existente	m ²	112,93	\$ 7.930	\$ 895.535
2,4	Demolición piso existente	m ²	33,27	\$ 13.320	\$ 443.156
				Sub-Total	\$ 2.503.567
3	Cimientos				
3,1	Vigas (0,25 x 0,25)m incluye refuerzo	m	157,28	\$ 43.692	\$ 6.871.878
3,2	Zapatas (0,62 x 0,6)m incluye refuerzo	m ³	2,16	\$ 417.695	\$ 902.221
3,3	Concreto solado vigas E = 5cm	m	157,28	\$ 6.698	\$ 1.053.461
3,4	Columnas (0,25 x 0,25)m incluye refuerzo	m	75	\$ 96.109	\$ 7.208.175
3,5	Vigas (0,15 x 0,15)m incluye refuerzo	m	45,3	\$ 34.424	\$ 1.559.407
3,6	Columnas (0,15 x 0,15)m incluye refuerzo	m	71,4	\$ 38.941	\$ 2.780.387
				Sub-Total	\$ 17.595.143
4	Vigas intermedias y cinta (long. y transv.)				
4,1	Vigas (0,25 x 0,25) incluye refuerzo	m	248,74	\$ 43.692	\$ 10.867.948
				Sub-Total	\$ 10.867.948
5	Concretos				
5,1	Concreto de 3000 psi	m ³	32,6	\$ 337.408	\$ 10.999.501
5,2	Mortero 1:3	m ³	3,15	\$ 136.983	\$ 431.496
5,3	Mortero 1:4	m ³	10,01	\$ 129.814	\$ 1.299.438
				Sub-Total	\$ 12.730.435
6	Mampostería				
6,1	Ladrillo h-15	m ²	297,49	\$ 27.597	\$ 8.209.832
6,2	Rejilla	m ²	102	\$ 29.905	\$ 3.050.310
				Sub-Total	\$ 11.260.142
7	Urbanismo				
7,1	Andenes en concreto de 2500 psi E = 10 cms	m ²	202,66	\$ 26.301	\$ 5.330.161
7,2	Sardineles en concreto de 2500 psi	m	156	\$ 42.280	\$ 6.595.680
				Sub-Total	\$ 11.925.841
8	Instalaciones hidráulicas y sanitarias				
8,1	Cajas de inspección (0,6 x 0,6) incluye tapa	un	1	\$ 169.448	\$ 169.448
8,2	Alcantarilla con reja metálica	un	4	\$ 215.363	\$ 861.452
8,3	Tubería PVC de 4"	m	18	\$ 24.610	\$ 442.980
8,4	Tubería PVC de 2"	m	30	\$ 23.839	\$ 715.170
8,5	Tubería PVC de 1/2"	m	45	\$ 16.418	\$ 738.810
8,6	Instalación lavamanos Riviera 07428	un	8	\$ 252.640	\$ 2.021.120
8,7	Instalación sanitario Corona Avanti	un	8	\$ 511.929	\$ 4.095.432
8,8	Instalación orinal mediano Corona	un	2	\$ 212.489	\$ 424.978

				Sub-Total	\$ 9.469.390
9	Pisos				
9,1	Mortero de piso 1:3 E = 7 cms	m ²	54,6	\$ 26.604	\$ 1.452.578
9,2	Enchape piso baños y duchas (incluye paredes)	m ²	92,96	\$ 27.002	\$ 2.510.106
				Sub-Total	\$ 3.962.684
10	Frisos				
10,1	Friso 1:4	m ²	336,68	\$ 9.077	\$ 3.056.044
				Sub-Total	\$ 3.056.044
11	Accesos				
11,1	Escaleras cárcamos	m	8,25	\$ 66.266	\$ 546.695
				Sub-Total	\$ 546.695
12	Cubiertas				
12,1	Desmonte de teja existente	m ²	669,18	\$ 4.632	\$ 3.099.642
12,2	Correa metálica en varilla de 3/8"	m	412,68	\$ 29.375	\$ 12.122.475
12,3	Teja termoacústica	m ²	906,18	\$ 30.854	\$ 27.959.278
				Sub-Total	\$ 43.181.394
13	Desagües				
13,1	Canaleta amazonas	m	71,52	\$ 18.533	\$ 1.325.480
13,2	Bajante para aguas lluvias	m	33	\$ 30.595	\$ 1.009.635
				Sub-Total	\$ 2.335.115
14	Pavimentos				
14,1	Pavimento E = 15 cms	m ²	252,53	\$ 47.893	\$ 12.094.419
				Sub-Total	\$ 12.094.419
15	Pintura				
15,1	Viniltex	m ²	237,53	\$ 4.675	\$ 1.110.453
				Sub-Total	\$ 1.110.453
16	Carpintería metálica				
16,1	Puerta en lamina galvanizada (0,9 x 2,1) m	m ²	7	\$ 226.484	\$ 1.585.388
16,2	Ventana en lamina galvanizada (1,8 x 2,76) m	m ²	15,34	\$ 95.448	\$ 1.464.172
16,3	Ventana en lamina galvanizada (1,35 x 2) m	m ²	9,3	\$ 78.448	\$ 729.566
16,4	Cierre en ángulo de 1/4" y malla eslabonada	m ²	103,174	\$ 49.598	\$ 5.117.224
16,6	Portón en tubo y malla eslabonada	un	6	\$ 729.024	\$ 4.374.144
16,7	Angulo de 1 1/2" x 3/16"	m	47,74	\$ 6.206	\$ 296.274
16,8	Angulo de 3" x 3/8"	m	31,16	\$ 27.260	\$ 849.422
				Sub-Total	\$ 14.416.191
	Total costo directo				\$ 162.476.667
				Administración, imprevistos y utilidades (22%)	\$ 35.744.867
				TOTAL	\$ 198.221.534

ANEXO C. CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA, PRESUPUESTO DE OBRA ELÉCTRICA Y RED DE DATOS Y DETALLES DE CONSTRUCCIÓN OBRA ELÉCTRICA.

En la siguiente tabla se encuentra la distribución de los circuitos eléctricos con su respectiva carga en vatios, de aquí se puede deducir cual será el consumo de electricidad durante el funcionamiento.

Tabla C-1. Carga total instalada en el Centro de Diagnóstico Automotor.

CIRCUITO	LUCES	TOMAS	T. ESPECIALES	CARGA (w)			TOTAL (w)	F.P.	CARGA (VA)	I (A)	Observaciones
				A	B	C					
1	4			400			400	0,95	421,05	3,51	Iluminación
2	4	2			742		742	0,95	781,05	6,51	Iluminación+Tomas
3	4					400	400	0,95	421,05	3,51	Iluminación
4	4	3		913			913	0,95	961,05	8,01	Iluminación+Tomas
5	5	1		671			671	0,95	706,32	5,89	Iluminación+Tomas
6-7	12				750	750	1.500	0,85	1.578,94	5,74	Iluminación
8-9	9			562,5	562,5		1.125	0,85	1.184,21	5,74	Iluminación
10-11			1	1.119	1.119		2.238	0,85	2.632,94	11,97	Motor 3 HP
12-13			1		1.119	1.119	2.238	0,85	2.632,94	11,97	Motor 3 HP
14-15			1		1.119	1.119	2.238	0,85	2.632,94	11,97	Motor 3 HP
16-17			1	600		600	1.200	0,95	1.263,16	5,74	Toma 1.200 w
18-19			1	600		600	1.200	0,95	1.263,16	5,74	Toma 1.200 w

20-21			1	600		600	1.200	0,95	1.263,16	5,74	Toma 1.200 w
22-23-24			1	994,67	994,67	994,67	2.984	0,85	3.510,59	9,21	Motor 4 HP
25-26-27			1	994,67	994,67	994,67	2.984	0,85	3.510,59	9,21	Motor 4 HP
28-29-30			1	994,67	994,67	994,67	2.984	0,85	3.510,59	9,21	Motor 4 HP
31-32-33			1	994,67	994,67	994,67	2.984	0,85	3.510,59	9,21	Motor 4 HP
34-35-36			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
37-38-39			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
40-41-42			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
43-44-45			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
46-47-48			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
49-50-51			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
52-53-54			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
55-56-57			1	1.492	1.492	1.492	4.476	0,85	5.265,88	13,82	Motor 6 HP
58-59-60			1	4.973,33	4.973,33	4.973,33	14.920	0,85	17.552,94	46,07	Motor 20 HP
61-62-63			1	4.973,33	4.973,33	4.973,33	14.920	0,85	17.552,94	46,07	Motor 20 HP
64-65-66			1	1.243,33	1.243,33	1.243,33	3.730	0,85	4.388,24	11,52	Motor 5 HP (Comp.)
67-68-69			1	1.300	1.300	1.300	3.900	0,85	4.105,26	10,77	Tablero regulado
TOTALES	42	6	22	33.870,17	33.816,17	33.592,67	101.279	0,86	117.510,75	295,79	Tablero general

Para seleccionar el transformador se toma la carga instalada en unidades de voltiamperios (VA), o kilo voltiamperios (KVA), en este caso da una carga total instalada de 117,511 KVA; a este valor se le debe agregar el 20% de carga, porque es lo que se considera puede crecer en 15 años. El transformador a seleccionar debe superar la carga instalada más la proyección, es decir, debe ser mayor a 141,013 KVA; en el mercado se encuentran transformadores de 150 KVA, los cuales son adecuados para la situación que se plantea; se selecciona entonces uno de esta capacidad.

Tabla C-2. Presupuesto obra eléctrica y red de datos.

Descripción	Unidad	Cantidad	V. Unitario	V. Total
Acometidas eléctricas				
Acometida A, PVC 2", 3 # 4 + 1 # 6 D	m	17	55.000	935.000
Acometida B, PVC 1", 2 # 10 + 1 # 10 N + 1 # 12 D	m	75	16.000	1'200.000
Acometida C, PVC 1", 2 # 10 + 1 # 10 N	m	20	15.500	310.000
Acometida D, PVC 1", 3 # 8	m	20	10.800	216.000
Acometida E, PVC 2", 6 # 8 + 1 # 10 D	m	64	29.803	1'907.392
Acometida F, PVC 3/4", 1 # 12 + 2 # 12 T + 1 # 14 D	m	75	7.860	589.500
Acometida G, PVC 3/4", 2 # 12 + 1 # 14 D	m	162	7.860	1'273.320
Acometida H, PVC 1 1/2", 4 # 6 + 1 # 10 D, alumbrado área de trabajo 220 V	m	16	24 200	387 200
Acometida I, PVC 3 ϕ 3", 9 # 3/0 + 2 # 2/0 N + 3 # 2 T	m	15	287.188	4'307.820
Acometida O, 3 # 8 + 1 # 10 D	m	10	12.000	120.000
Acometida R, PVC 1", 4 # 10 + 2 # 10 N + 1 # 12 D	m	41	21.000	861.000

Acometida S, PVC 1 1/4", 6 # 10 + 1 # 10 D	m	41	19.900	815.900
Acometida T, media tensión, 3 XLP # 2, PVC 2 ϕ 3" DB	m	55	105.140	5'782.700
Tablero general baja tensión				
Gabinete pintura electrostática 2*1,5*0,5 m	und	1	1'800.000	1'800.000
Contador ALPHA 11 – AIR+1Q, 2(6) A, clase 0,5 s; 3 elementos y calibración	und	1	3'540.230	3'540.230
Regleta 3 elementos equipo de medida	und	1	700.000	700.000
Transformador de corriente 400 - 5 A	und	3	230.000	690.000
Barraje platina de cobre 1 500 A	m	4	80.000	320.000
Aislador porta barra 2"	und	8	15.000	120.000
Totalizador industrial 3*80 A, Merlin Gerin	und	2	320.000	640.000
Totalizador industrial 3*60 A, Merlin Gerin	und	4	265.000	1'060.000
Totalizador industrial 3*20 A, Merlin Gerin	und	3	80.000	240.000
Totalizador industrial 3*30 A, Merlin Gerin	und	4	170.000	680.000
Sistema a tierra varilla 5/8" * 3 m, para tablero general, hidrosolta	Glob.	1	287.500	287.500
Tablero automático 36 puestos, Luminex	und	1	240.000	240.000
Automáticos enchufables 1*20 A	und	28	10.000	280.000
Montaje y ensamble tablero general (TG), accesorios, marcas, acrílicos y puentes internos	Glob.	1	2'000.000	2'000.000
Subestación tipo jardín media tensión				
Transformador 112,5 KVA – 13200/240/120 V, marca Magnetron, radial, tensión en vacío totalizador NA – 400 A y fusible de respaldo ELSP * 3	und	1	14'280.200	14'280.200

Malla a tierra transformador	und	1	1'200.000	1'200.000
Base en concreto y cárcamo	und	1	800.000	800.000
Malla eslabonada alambre # 12 seguridad	m	12	120.000	1'440.000
Caja da paso 1*1*1* m, media tensión, tapa metálica	und	3	370.000	1'110.000
Tubo metálico 3" en poste	m	6	53.200	319.200
Capacete 3"	und	1	23.000	23.000
Base concreto poste media tensión	und	1	100.000	100.000
Terminal premoldeado tipo exterior	und	3	257.800	773.400
Caja cortacircuito 15 KV	und	3	175.000	525.000
Pararrayos 12 KV	und	3	160.000	480.000
Cruceta de protección 2"	und	1	180.000	180.000
Diagonal en platina 1"	und	4	7.000	28.000
Varilla de cobre más conector 5/8"	und	1	70.000	70.000
Cable de cobre desnudo 1-0	m	30	12.320	369.600
Cinta bandit 5/8" más hebillas	m	4	9.000	36.000
Tortillería, herrajes y conectores	Glob.	1	100.000	100.000
Montaje y puesta en funcionamiento subestación tipo jardín	Glob.	1	3'000.000	3'000.000
Área administrativa y de operaciones				
Salida luz, lámpara 2*48 w	und	2	45.000	90.000
Salida luz, lámpara 2*96 w	und	22	45.000	990.000
Salida luz incandescente	und	2	45.000	90.000
Salida lámpara Hg 220 V – 125 w	und	21	60.000	1'260.000
Salida toma 110 V común	und	6	45.000	270.000
Caja de distribución 0,6*0,6*0,7 m, aro metálico, tapa en concreto	und	9	220.000	1'980.000
Salida toma trifásica compresor	und	1	80.000	80.000

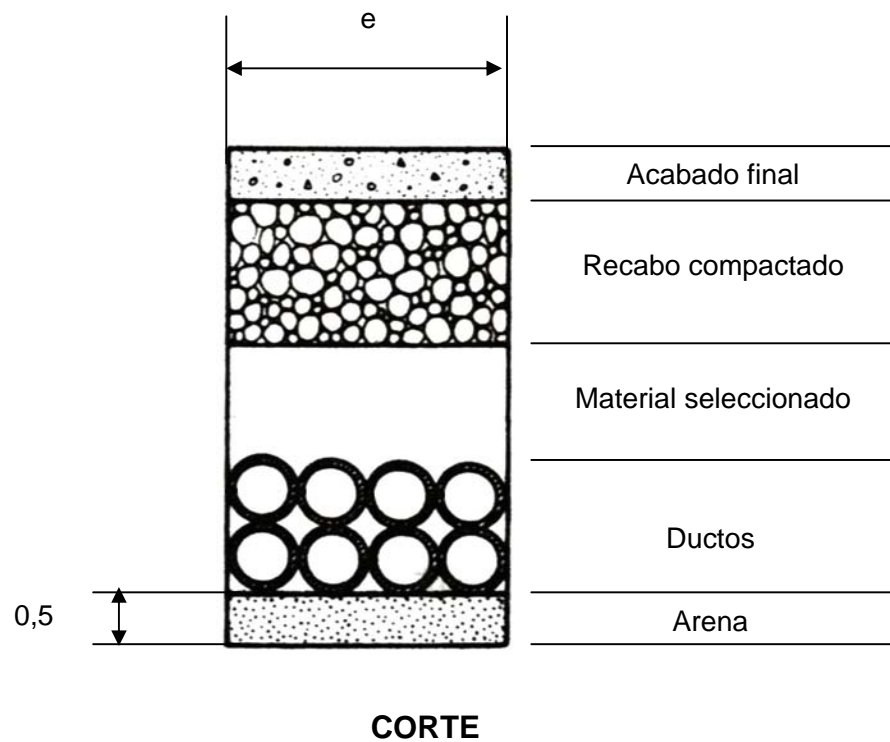
Sistema regulado				
Acometida A, PVC 3/4", 1 # 12 + 1 # 12 N + 1 # 12 T + 1 # 12 D	m	50	10.320	516.000
Acometida B, PVC 1", 2 # 12 + 1 # 12 N + 1 # 12 T + 1 # 12 D	m	67	11.040	739.680
Acometida C, PVC 1", 3 # 12 + 2 # 12 N + 1 # 12 T + 1 # 12 D	m	84	15.480	1'300.320
Tablero de 24 circuitos, regulado, marca Luminex	und	1	680.000	680.000
Sistema cableado estructural, solo ducto				
Acometida D, PVC 3/4"	m	85	4.025	342.125
Acometida E, PVC 2"	m	97	9.200	892.400
Acometida F, PVC 2 ϕ 2"	m	12	18.400	220.800
Puntos regulados y datos				
Toma polarizada 110 V, especial	und	31	50 000	1 550 000
Salida toma voz y datos	und	31	80 000	2 480 000

TOTAL \$ 69'619.287

El costo total de la instalación eléctrica y de datos es de \$ 69'619.287 millones de pesos.

Las siguientes figuras son los detalles de construcción de obra eléctrica..

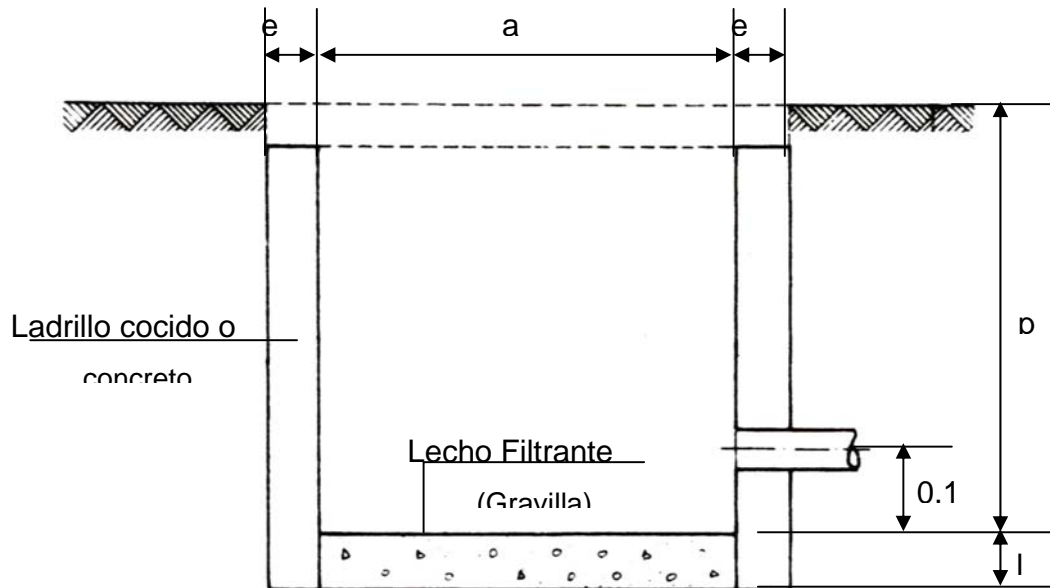
Figura C-1. Ductería subterránea.



Número de ductos	e (m)	
	1/2" a 2"	3" a 4"
1	0,30	0,40
2	0,30	0,40
3	0,30	0,40
2 x 2	0,40	0,50
2 x 3	0,40	0,50
2 x 4	0,40	0,50
3 x 3	0,50	0,50
3 x 4	0,50	0,50
4 x 4	0,50	0,60

Fuente: Normas para diseño de sistemas de distribución, ESSA.

Figura C-2. Caja de inspección (dimensiones en m).

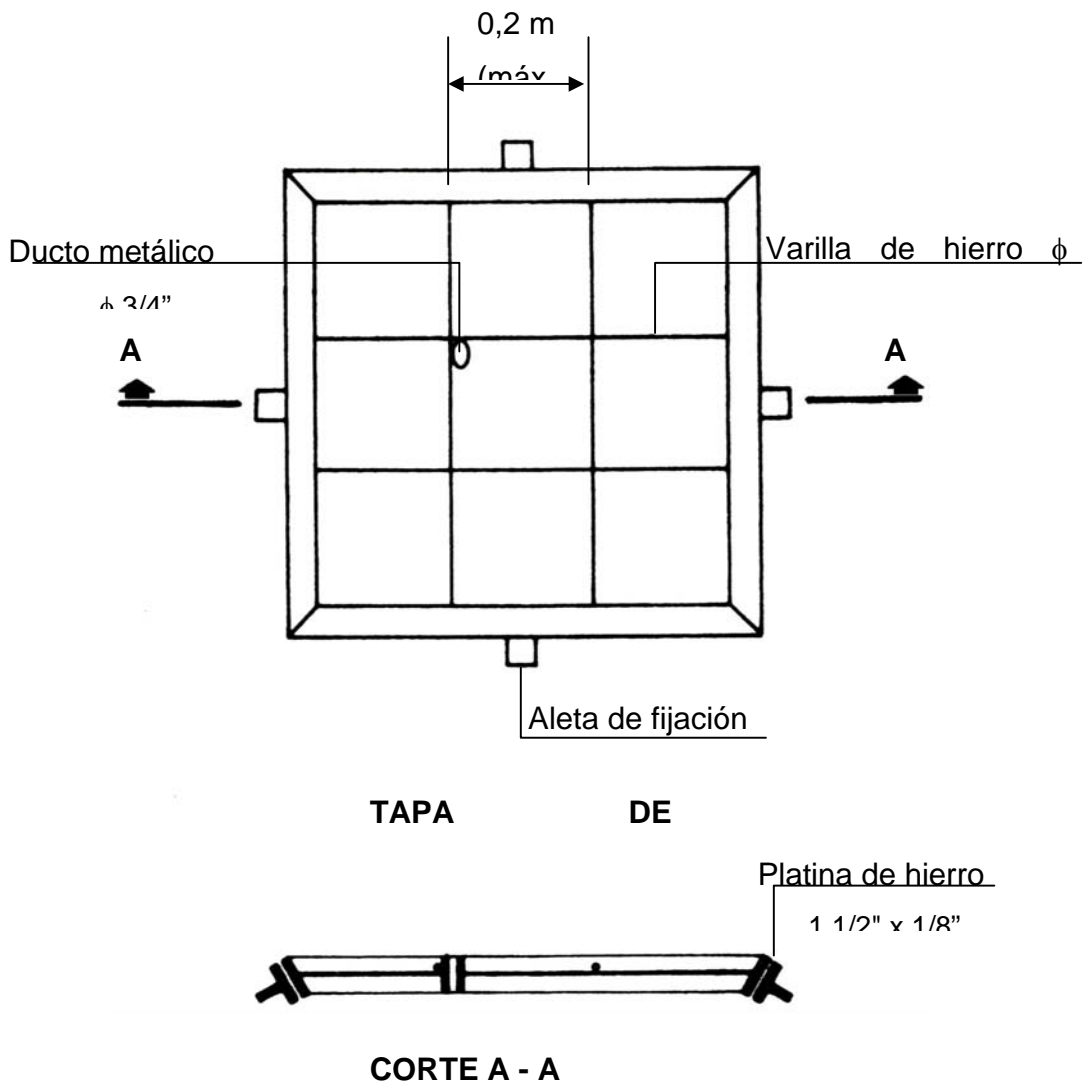


CORTE

a x a	p	e	l
0,3 x 0,3	0,4	0,050	0,050
0,4 x 0,4	0,5	0,050	0,050
0,5 x 0,5	0,6	0,075	0,075
0,6 x 0,6	0,8	0,100	0,100
1,0 x 1,0	1,0	0,150	0,150

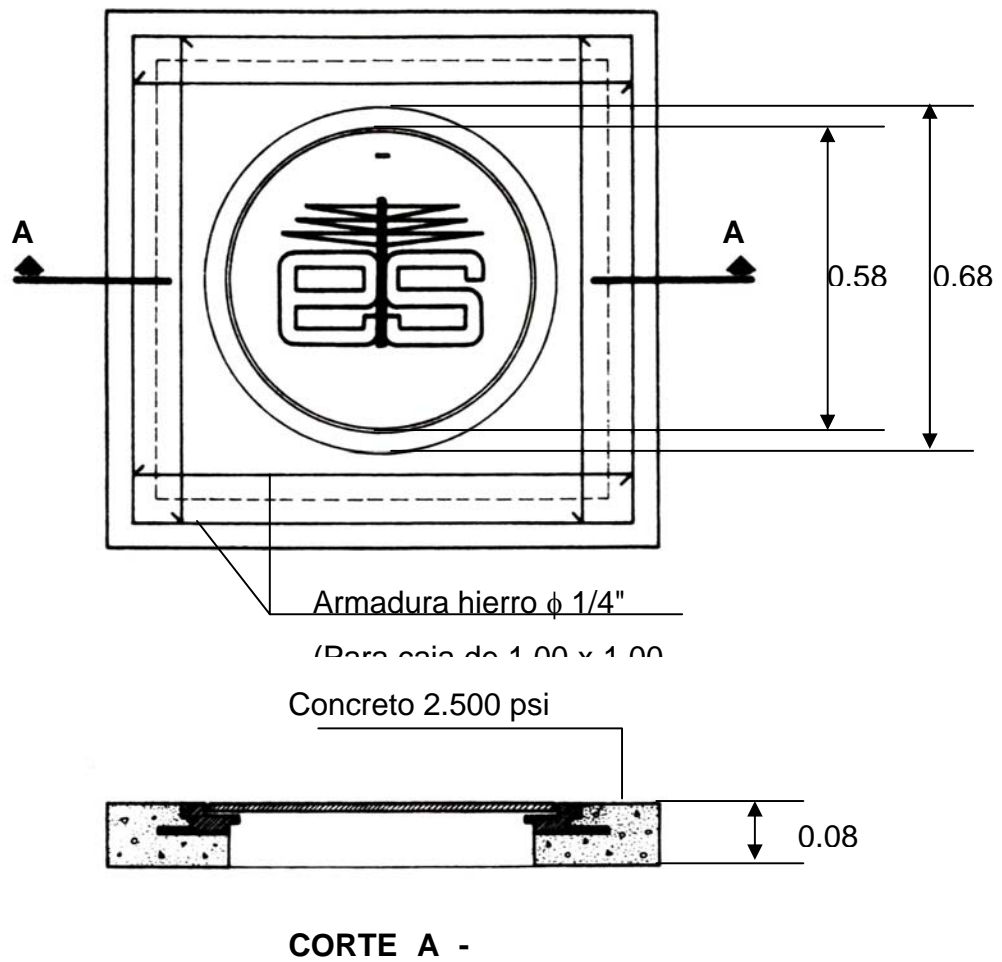
Fuente: Normas para diseño de sistemas de distribución, ESSA.

Figura C-3. Tapa para caja de inspección.



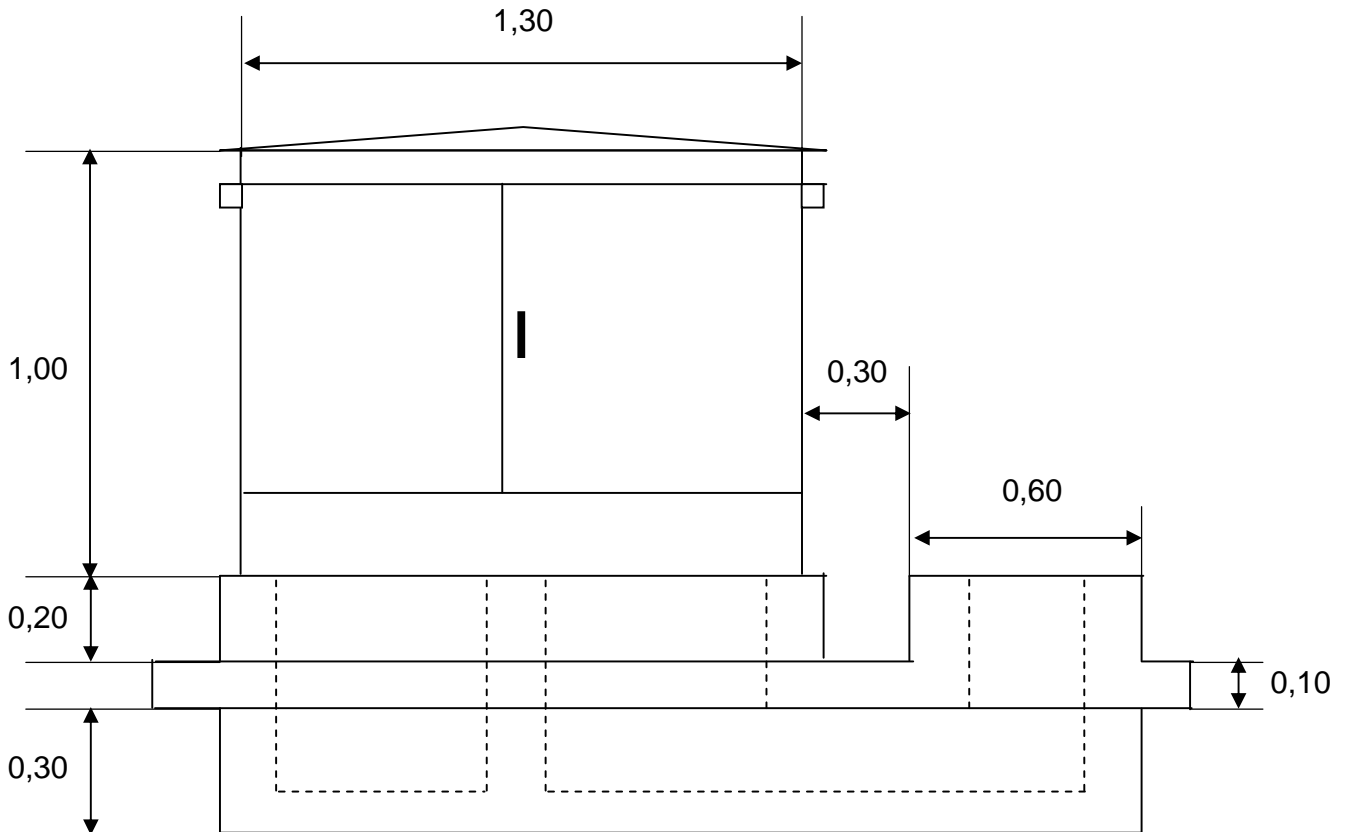
Fuente: Normas para diseño de sistemas de distribución, ESSA.

Figura C-4. Tapa en hierro fundido para caja de inspección de media tensión, (dimensiones en m).



Fuente: Normas para diseño de sistemas de distribución, ESSA.

Figura C-5. Detalle subestación tipo jardín de 150 KVA (medidas en m).



* Fondo 1,3 m

Fuente: Normas para diseño de sistemas de distribución, ESSA.

ANEXO D. DATOS GENERADOS POR LA HOJA DE CÁLCULO PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO.

Tabla D-1. Información general necesaria para el análisis del primer escenario.

Rubros	Valores	
Activos fijos		
Terrenos	\$ 0,00	
Construcciones y obras civiles	\$ 267.840.821,00	
Obras civiles		\$ 198.221.534,00
Redes eléctricas		\$ 69.619.287,00
Maquinaria y equipo	\$ 795.299.040,00	
Valor maquinaria	\$ 778.215.040,00	
Costo maquinaria		266.512,00
Valor euro		\$ 2.920,00
Valor equipo	\$ 17.084.000,00	
Herramientas		\$ 10.000.000,00
Compresor		\$ 7.084.000,00
Otros		\$ 0,00
Muebles y enseres	\$ 26.000.000,00	
Muebles y enseres		\$ 20.000.000,00
Equipo de computo		\$ 6.000.000,00
Vehículos	\$ 0,00	
Otros	\$ 0,00	
Activos diferidos		
Estudios técnicos y jurídicos	\$ 0,00	
Estudios económicos y ambientales	\$ 0,00	
Gastos de organización	\$ 0,00	
Gastos de montaje	\$ 0,00	
Puesta en marcha	\$ 77.014.703,33	
Valor empleados	\$ 57.195.000,00	
costo de operarios	\$ 33.600.000,00	
Cantidad operarios		21,00
Sueldo		\$ 800.000,00
Tiempo		2,00
Costo de jefe	\$ 2.400.000,00	
Cantidad jefe		1,00
Sueldo		\$ 1.200.000,00

Cantidad jefe		1,00
Sueldo		\$ 1.200.000,00
Tiempo (meses)		12,00
Costo secretaria	\$ 7.200.000,00	
Cantidad secretaria		1,00
Sueldo		\$ 600.000,00
Tiempo (meses)		12,00
Costo servicios generales	\$ 5.400.000,00	
Cantidad servicios generales		1,00
Sueldo		\$ 450.000,00
Tiempo (meses)		12,00
Prestaciones indirectas	\$ 14.850.000,00	
Porcentaje		55,00%
Depreciación de fabrica	\$ 83.529.904,00	
Maquinaria y equipo	\$ 79.529.904,00	
Tiempo (años)		10,00
Muebles y enseres	\$ 2.000.000,00	
Tiempo (años)		10,00
Equipo de computo	\$ 2.000.000,00	
Tiempo (años)		3,00
Servicios	\$ 55.674.019,29	
Valor electricidad	\$ 55.214.069,87	
Carga		101,28
Horas (día)		8,00
Tiempo (días)		260,00
Costo		\$ 262,10
Valor agua	\$ 459.949,42	
Consumo (m3/mes)		43,20
Tiempo (meses)		12,00
Costo (\$/m3)	\$ 76.857,00	\$ 738,99
Mantenimiento	\$ 10.000.000,00	
Seguros de fabrica	\$ 0,00	
Impuestos(industria-comercio)	\$ 0,00	
Amortización de diferidos	\$ 19.461.940,67	
Costo fijo agua		\$ 6.404,75
Gastos de administración		
Sueldos	\$ 0,00	
Prestaciones	\$ 0,00	
Depreciaciones administrativas	\$ 0,00	
Amortización de diferidos	\$ 0,00	
Seguros	\$ 0,00	
Otros impuestos	\$ 0,00	
Gastos de ventas		
Costos de comercialización	\$ 0,00	
Costos de distribución	\$ 0,00	

% para calcular el costo de ventas	0,00%	
Costos el crédito		
Inversión inicial	\$ 1.401.451.573,98	
% inversión a crédito	0,00%	
Valor del crédito	\$ 0,00	
Amortización del crédito	\$ 0,00	
Ventas		
Precio por inspección	\$ 38.665,00	
Capacidad instalada (unidades)		
Capacidad utilizada (unidades)		
Nivel de producción (%)		
Tasas		
Precio sombra M.O. no calificada		
Precio sombra de inversión		
Precio sombra de la divisa		
Tasa de dividendos	30,00%	
Tasa de inflación inicial	6,00%	
Tasa de deflactación	0,00%	
Porcentaje impuestos	35,00%	
Porcentaje reserva legal	10,00%	
Porcentaje depreciación activos	20,00%	

Tabla D-2. Número de vehículos inspeccionados por mes, escenario A.

Inspecciones/mes	Vehículos Pesados	Vehículos Livianos
Horas/día	8	8
Días/mes	22	22
Líneas	1	2
Vehículos/hora	4	5
Tiempo/vehículo (min.)	15,00	12,00
Subtotal inspecciones	704	1.760
- 20% de reproceso	141	352
Total inspecciones	563	1.408

Tabla D-3. Presupuesto de inversiones para el escenario A.

Periodo	1	2, ..., 11	12
Activos fijos	\$ -1.089.139.861,00	\$ 0,00	\$ 217.827.972,20
Terrenos	\$ 0,00		\$ 0,00
Construcciones y obras civiles	\$ -267.840.821,00		\$ 53.568.164,20
Maquinaria y equipo	\$ -795.299.040,00		\$ 159.059.808,00
Muebles y enseres	\$ -26.000.000,00		\$ 5.200.000,00
Vehículos	\$ 0,00		\$ 0,00
Otros	\$ 0,00		\$ 0,00
Activos diferidos	\$ -97.309.703,33	\$ 0,00	\$ 0,00
Estudios técnicos y jurídicos	\$ 0,00		
Estudios económicos y ambientales	\$ 0,00		
Gastos de organización	\$ 0,00		
Gastos de montaje	\$ 0,00		
Puesta en marcha	\$ -77.014.703,33		
Uso de patentes y licencias	\$ -20.295.000,00		
Capacitación	\$ 0,00		
Gastos financieros en instalación	\$ 0,00		
Otros	\$ 0,00		
Capital de trabajo	\$ -215.002.009,64	\$ 0,00	\$ 215.002.009,64
Efectivo y bancos	\$ -215.002.009,64		\$ 215.002.009,64
Inventario de M.P. y materiales	\$ 0,00		
Productos en proceso	\$ 0,00		
Inventarios de productos terminados	\$ 0,00		
Cuentas por cobrar	\$ 0,00		
Otros	\$ 0,00		
Flujo de inversión	\$ -1.401.451.573,98	\$ 0,00	\$ 432.829.981,84
Recursos de crédito	\$ 0,00		
Amortización del crédito		\$ 0,00	
Intereses periodo de instalación	\$ 0,00		
Flujo de inversión	\$ -1.401.451.573,98	\$ 0,00	\$ 432.829.981,84

Tabla D-4. Costos de fabricación para el escenario A.

Periodo	1	2	3	4	5
Costos de fabricación	\$ 430.004.019,29	\$ 559.312.109,94	\$ 587.797.446,17	\$ 618.666.221,14	\$ 650.157.172,89
Costo directo	\$ 322.480.000,00	\$ 342.215.776,00	\$ 363.578.253,60	\$ 386.728.182,68	\$ 411.844.604,01
Materia prima	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Materiales directos	\$ 10.000.000,00	\$ 10.612.000,00	\$ 11.274.443,49	\$ 11.992.315,27	\$ 12.771.167,33
Mano de obra directa	\$ 201.600.000,00	\$ 213.937.920,00	\$ 227.292.780,72	\$ 241.765.075,75	\$ 257.466.733,34
Prestaciones directas	\$ 110.880.000,00	\$ 117.665.856,00	\$ 125.011.029,39	\$ 132.970.791,66	\$ 141.606.703,34
Otros materiales directos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Gastos de fabricación	\$ 41.850.000,00	\$ 44.411.220,00	\$ 47.183.546,00	\$ 50.187.839,39	\$ 53.447.335,27
Materiales indirectos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Mano de obra indirecta	\$ 27.000.000,00	\$ 28.652.400,00	\$ 30.440.997,42	\$ 32.379.251,22	\$ 34.482.151,79
Prestaciones	\$ 14.850.000,00	\$ 15.758.820,00	\$ 16.742.548,58	\$ 17.808.588,17	\$ 18.965.183,48
Otros gastos indirectos	\$ 65.674.019,29	\$ 172.685.113,94	\$ 177.035.646,58	\$ 181.750.199,07	\$ 184.865.233,61
Depreciación de fabrica		\$ 83.529.904,00	\$ 83.529.904,00	\$ 83.529.904,00	\$ 81.529.904,00
Servicios	\$ 55.674.019,29	\$ 59.081.269,27	\$ 62.769.358,42	\$ 66.766.039,14	\$ 71.102.221,62
Mantenimiento	\$ 10.000.000,00	\$ 10.612.000,00	\$ 11.274.443,49	\$ 11.992.315,27	\$ 12.771.167,33
Seguros de fabrica	\$ 0,00				
Impuestos (industria-comercio)	\$ 0,00				
Amortización de diferidos		\$ 19.461.940,67	\$ 19.461.940,67	\$ 19.461.940,67	\$ 19.461.940,67
Otros	\$ 0,00				

Tabla D-4. Costos de fabricación para el escenario A (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 686.536.546,69	\$ 706.639.712,32	\$ 749.722.992,97	\$ 796.696.675,03	\$ 847.978.104,63	\$ 904.035.869,42	\$ 853.342.976,15
\$ 439.127.187,28	\$ 468.798.899,42	\$ 501.109.054,02	\$ 536.336.801,46	\$ 574.795.129,01	\$ 616.835.452,30	\$ 662.852.893,53
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 13.617.191,37	\$ 14.537.301,52	\$ 15.539.228,91	\$ 16.631.629,91	\$ 17.824.210,15	\$ 19.127.866,92	\$ 20.554.852,81
\$ 274.522.578,01	\$ 293.071.998,64	\$ 313.270.854,91	\$ 335.293.659,06	\$ 359.336.076,68	\$ 385.617.797,02	\$ 414.385.832,72
\$ 150.987.417,90	\$ 161.189.599,25	\$ 172.298.970,20	\$ 184.411.512,49	\$ 197.634.842,17	\$ 212.089.788,36	\$ 227.912.208,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 56.987.945,88	\$ 60.838.606,86	\$ 65.031.673,01	\$ 69.603.371,19	\$ 74.594.319,49	\$ 80.050.123,04	\$ 55.498.102,60
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 36.766.416,70	\$ 39.250.714,10	\$ 41.955.918,07	\$ 44.905.400,77	\$ 48.125.367,41	\$ 51.645.240,67	\$ 55.498.102,60
\$ 20.221.529,18	\$ 21.587.892,76	\$ 23.075.754,94	\$ 24.697.970,42	\$ 26.468.952,08	\$ 28.404.882,37	
\$ 190.421.413,53	\$ 177.002.206,04	\$ 183.582.265,94	\$ 190.756.502,38	\$ 198.588.656,14	\$ 207.150.294,08	\$ 134.991.980,01
\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	
\$ 75.812.377,49	\$ 80.935.000,52	\$ 86.513.133,03	\$ 92.594.968,46	\$ 99.234.541,98	\$ 106.492.523,16	\$ 114.437.127,20
\$ 13.617.191,37	\$ 14.537.301,52	\$ 15.539.228,91	\$ 16.631.629,91	\$ 17.824.210,15	\$ 19.127.866,92	\$ 20.554.852,81
\$ 19.461.940,67						

Tabla D-5. Presupuesto de producción para el escenario A.

Periodo	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas(inspecciones)	\$ 457.298.688,00	\$ 970.570.735,41	\$ 1.031.157.643,00	\$ 1.096.814.007,40	\$ 1.168.047.612,71
Costo total de producción	\$ 215.002.009,64	\$ 559.312.109,94	\$ 587.797.446,17	\$ 618.666.221,14	\$ 650.157.172,89
Utilidad bruta antes de impuestos	\$ 242.296.678,36	\$ 411.258.625,48	\$ 443.360.196,82	\$ 478.147.786,26	\$ 517.890.439,82
Intereses del crédito		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Amortización intereses periodo instalación		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Margen ajustado antes de impuestos	\$ 242.296.678,36	\$ 411.258.625,48	\$ 443.360.196,82	\$ 478.147.786,26	\$ 517.890.439,82
Impuestos	\$ 84.803.837,42	\$ 143.940.518,92	\$ 155.176.068,89	\$ 167.351.725,19	\$ 181.261.653,94
Utilidad neta	\$ 157.492.840,93	\$ 267.318.106,56	\$ 288.184.127,94	\$ 310.796.061,07	\$ 336.628.785,88
Reserva legal	\$ 15.749.284,09	\$ 26.731.810,66	\$ 28.818.412,79	\$ 31.079.606,11	\$ 33.662.878,59
Utilidad por distribuir	\$ 141.743.556,84	\$ 240.586.295,90	\$ 259.365.715,14	\$ 279.716.454,96	\$ 302.965.907,29
Amortización intereses periodo instalación		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Amortización diferidos		\$ 19.461.940,67	\$ 19.461.940,67	\$ 19.461.940,67	\$ 19.461.940,67
Reserva legal	\$ 15.749.284,09	\$ 26.731.810,66	\$ 28.818.412,79	\$ 31.079.606,11	\$ 33.662.878,59
Depreciaciones		\$ 83.529.904,00	\$ 83.529.904,00	\$ 83.529.904,00	\$ 81.529.904,00
Flujo de producción	\$ 157.492.840,93	\$ 370.309.951,23	\$ 391.175.972,60	\$ 413.787.905,74	\$ 437.620.630,55

Tabla D-5. Presupuesto de producción para el escenario A (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 1.245.424.749,49	\$ 1.329.577.782,43	\$ 1.421.213.798,99	\$ 1.521.124.507,79	\$ 1.630.197.583,50	\$ 1.749.429.688,97	
\$ 686.536.546,69	\$ 706.639.712,32	\$ 749.722.992,97	\$ 796.696.675,03	\$ 847.978.104,63	\$ 904.035.869,42	\$ 0,00
\$ 558.888.202,80	\$ 622.938.070,11	\$ 671.490.806,02	\$ 724.427.832,76	\$ 782.219.478,87	\$ 845.393.819,55	\$ 0,00
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
\$ 0,00						
\$ 558.888.202,80	\$ 622.938.070,11	\$ 671.490.806,02	\$ 724.427.832,76	\$ 782.219.478,87	\$ 845.393.819,55	\$ 0,00
\$ 195.610.870,98	\$ 218.028.324,54	\$ 235.021.782,11	\$ 253.549.741,47	\$ 273.776.817,60	\$ 295.887.836,84	
\$ 363.277.331,82	\$ 404.909.745,57	\$ 436.469.023,91	\$ 470.878.091,29	\$ 508.442.661,26	\$ 549.505.982,71	\$ 0,00
\$ 36.327.733,18	\$ 40.490.974,56	\$ 43.646.902,39	\$ 47.087.809,13	\$ 50.844.266,13	\$ 54.950.598,27	
\$ 326.949.598,64	\$ 364.418.771,01	\$ 392.822.121,52	\$ 423.790.282,16	\$ 457.598.395,14	\$ 494.555.384,44	\$ 0,00
\$ 0,00						
\$ 19.461.940,67						
\$ 36.327.733,18	\$ 40.490.974,56	\$ 43.646.902,39	\$ 47.087.809,13	\$ 50.844.266,13	\$ 54.950.598,27	
\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	\$ 81.529.904,00	
\$ 464.269.176,49	\$ 486.439.649,57	\$ 517.998.927,91	\$ 552.407.995,29	\$ 589.972.565,26	\$ 631.035.886,71	\$ 0,00

Tabla D-6. Flujo neto de caja para el escenario A.

Periodo	1	2	3	4	5	6
Flujo de inversión	\$ -1.401.451.573,98	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Flujo de producción	\$ 157.492.840,93	\$ 370.309.951,23	\$ 391.175.972,60	\$ 413.787.905,74	\$ 437.620.630,55	\$ 464.269.176,49
Flujo neto de caja	\$ -1.243.958.733,05	\$ 370.309.951,23	\$ 391.175.972,60	\$ 413.787.905,74	\$ 437.620.630,55	\$ 464.269.176,49

Tabla D-6. Flujo neto de caja para el escenario A (continuación).

7	8	9	10	11	12
\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 432.829.981,84
\$ 486.439.649,57	\$ 517.998.927,91	\$ 552.407.995,29	\$ 589.972.565,26	\$ 631.035.886,71	\$ 0,00
\$ 486.439.649,57	\$ 517.998.927,91	\$ 552.407.995,29	\$ 589.972.565,26	\$ 631.035.886,71	\$ 432.829.981,84

Tabla D-7. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario A.

	Interés	20,00000%			
Valor presente	1	2	3	4	5
Valor presente neto flujo de caja	\$ -1.270.207.539,87	\$ 257.159.688,35	\$ 226.374.984,15	\$ 199.550.494,66	\$ 175.869.916,47
Valor presente neto, VPN	\$ 287.730.807,63				

Tabla D-7. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario A (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 155.482.807,84	\$ 135.756.378,68	\$ 120.469.995,06	\$ 107.060.370,33	\$ 95.283.863,04	\$ 84.929.848,92	\$ 48.544.762,85

Tabla D-8. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario A.

Recuperación de la inversión (PAYBACK)	1	2	3	4	5	6
VPN del flujo de caja	\$ -1.270.207.539,87	\$ 257.159.688,35	\$ 226.374.984,15	\$ 199.550.494,66	\$ 175.869.916,47	\$ 155.482.807,84
Acumulado	0	\$ 257.159.688,35	\$ 483.534.672,50	\$ 683.085.167,16	\$ 858.955.083,63	\$ 1.014.437.891,47
Recuperación	\$ -1.270.207.539,87	\$ -1.013.047.851,52	\$ -786.672.867,37	\$ -587.122.372,71	\$ -411.252.456,24	\$ -255.769.648,40

Tabla D-8. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario A (continuación).

7	8	9	10	11	12
\$ 135.756.378,68	\$ 120.469.995,06	\$ 107.060.370,33	\$ 95.283.863,04	\$ 84.929.848,92	\$ 48.544.762,85
\$ 1.150.194.270,15	\$ 1.270.664.265,21	\$ 1.377.724.635,54	\$ 1.473.008.498,58	\$ 1.557.938.347,50	\$ 1.606.483.110,35
\$ -120.013.269,72	\$ 456.725,34	\$ 107.517.095,67	\$ 202.800.958,71	\$ 287.730.807,63	\$ 336.275.570,48

Tabla D-9. Estado de flujo de efectivo para el escenario A.

Estado de flujo de efectivo	1	2	3	4	5
Efectivo generado	\$ 457.298.688	\$ 970.570.735	\$ 1.031.157.643	\$ 1.096.814.007	\$ 1.168.047.613
Recuperación de cartera					
Total efectivo	\$ 457.298.688	\$ 970.570.735	\$ 1.031.157.643	\$ 1.096.814.007	\$ 1.168.047.613
Total egresos operativos	\$ 299.805.847	\$ 703.252.629	\$ 742.973.515	\$ 786.017.946	\$ 831.418.827
EGO	\$ 157.492.841	\$ 267.318.107	\$ 288.184.128	\$ 310.796.061	\$ 336.628.786
Inversión	\$ 1.401.451.574				
Aporte de socios	\$ 1.401.451.574				
Prestamos bancarios	\$ 0				
Intereses	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Abonos a capital		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Total efect. para act. financiación	\$ 1.401.451.574	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Efectivo utilizado	\$ 215.002.010				
Compra de maquinaria y enseres	\$ 1.089.139.861				
Total efectivo para inversión	\$ 1.304.141.871				
aumento del efectivo	\$ 254.802.544	\$ 267.318.107	\$ 288.184.128	\$ 310.796.061	\$ 336.628.786
Más efectivo inicial	\$ 0,00	\$ 212.279.477,21	\$ 407.421.695,00	\$ 617.796.108,40	\$ 844.677.232,98
Menos dividendos	\$ 42.523.067,05	\$ 72.175.888,77	\$ 77.809.714,54	\$ 83.914.936,49	\$ 90.889.772,19
Efectivo final	\$ 212.279.477	\$ 407.421.695	\$ 617.796.108	\$ 844.677.233	\$ 1.090.416.247

Tabla D-9. Estado de flujo de efectivo para el escenario A (continuación).

6	7	8	9	10	11
\$ 1.245.424.749	\$ 1.329.577.782	\$ 1.421.213.799	\$ 1.521.124.508	\$ 1.630.197.584	\$ 1.749.429.689
\$ 1.245.424.749	\$ 1.329.577.782	\$ 1.421.213.799	\$ 1.521.124.508	\$ 1.630.197.584	\$ 1.749.429.689
\$ 882.147.418	\$ 924.668.037	\$ 984.744.775	\$ 1.050.246.416	\$ 1.121.754.922	\$ 1.199.923.706
\$ 363.277.332	\$ 404.909.746	\$ 436.469.024	\$ 470.878.091	\$ 508.442.661	\$ 549.505.983
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 363.277.332	\$ 404.909.746	\$ 436.469.024	\$ 470.878.091	\$ 508.442.661	\$ 549.505.983
\$ 1.090.416.246,67	\$ 1.355.608.698,90	\$ 1.651.192.813,16	\$ 1.969.815.200,62	\$ 2.313.556.207,26	\$ 2.684.719.349,99
\$ 98.084.879,59	\$ 109.325.631,30	\$ 117.846.636,46	\$ 127.137.084,65	\$ 137.279.518,54	\$ 148.366.615,33
\$ 1.355.608.699	\$ 1.651.192.813	\$ 1.969.815.201	\$ 2.313.556.207	\$ 2.684.719.350	\$ 3.085.858.717

Tabla D-10. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario B.

	Interés	20,00000%			
Valor presente	1	2	3	4	5
Valor presente neto flujo de caja	\$ -922.659.679,41	\$ 166.759.165,27	\$ 152.256.352,00	\$ 138.987.773,92	\$ 126.591.582,63
Valor presente neto	\$ 210.492.833,96				

Tabla D-10. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario B (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 115.596.047,71	\$ 102.260.058,89	\$ 93.711.115,77	\$ 85.904.306,84	\$ 78.785.213,68	\$ 72.300.896,66	\$ 48.544.762,85

Tabla D-11. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario B.

Recuperación de la inversión (PAYBACK)	1	2	3	4	5	6
VPN del flujo de caja	\$ -922.659.679,41	\$ 166.759.165,27	\$ 152.256.352,00	\$ 138.987.773,92	\$ 126.591.582,63	\$ 115.596.047,71
Acumulado	0	\$ 166.759.165,27	\$ 319.015.517,27	\$ 458.003.291,18	\$ 584.594.873,82	\$ 700.190.921,53
Recuperación	\$ -922.659.679,41	\$ -755.900.514,14	\$ -603.644.162,14	\$ -464.656.388,22	\$ -338.064.805,59	\$ -222.468.757,88

Tabla D-11. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario B (continuación).

7	8	9	10	11	12
\$ 102.260.058,89	\$ 93.711.115,77	\$ 85.904.306,84	\$ 78.785.213,68	\$ 72.300.896,66	\$ 48.544.762,85
\$ 802.450.980,42	\$ 896.162.096,19	\$ 982.066.403,03	\$ 1.060.851.616,70	\$ 1.133.152.513,36	\$ 1.181.697.276,22
\$ -120.208.698,98	\$ -26.497.583,22	\$ 59.406.723,62	\$ 138.191.937,30	\$ 210.492.833,96	\$ 259.037.596,81

Tabla D-12. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario C.

	Interés	20,00000%			
Valor presente	1	2	3	4	5
Valor presente neto flujo de caja	\$ -1.061.392.499,87	\$ 252.084.322,80	\$ 222.145.512,85	\$ 196.025.935,25	\$ 172.932.783,62
Valor presente neto	\$ 471.011.853,53				

Tabla D-12. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario C (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 153.035.197,14	\$ 133.716.703,10	\$ 118.770.265,40	\$ 105.643.928,95	\$ 94.103.495,23	\$ 83.946.209,08	\$ 43.860.763,58

Tabla D-13. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario C.

Recuperación de la inversión (PAYBACK)	1	2	3	4	5	6
VPN del flujo de caja	\$ -1.061.392.499,87	\$ 252.084.322,80	\$ 222.145.512,85	\$ 196.025.935,25	\$ 172.932.783,62	\$ 153.035.197,14
Acumulado	0	\$ 252.084.322,80	\$ 474.229.835,64	\$ 670.255.770,90	\$ 843.188.554,52	\$ 996.223.751,66
Recuperación	\$ -1.061.392.499,87	\$ -809.308.177,07	\$ -587.162.664,22	\$ -391.136.728,97	\$ -218.203.945,35	\$ -65.168.748,21

Tabla D-13. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario C (continuación).

7	8	9	10	11	12
\$ 133.716.703,10	\$ 118.770.265,40	\$ 105.643.928,95	\$ 94.103.495,23	\$ 83.946.209,08	\$ 43.860.763,58
\$ 1.129.940.454,75	\$ 1.248.710.720,15	\$ 1.354.354.649,10	\$ 1.448.458.144,33	\$ 1.532.404.353,40	\$ 1.576.265.116,98
\$ 68.547.954,88	\$ 187.318.220,28	\$ 292.962.149,23	\$ 387.065.644,46	\$ 471.011.853,53	\$ 514.872.617,11

Tabla D-14. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario D.

	Interés	20,00000%			
Valor presente	1	2	3	4	5
Valor presente neto flujo de caja	\$ -765.628.961,98	\$ 175.153.397,37	\$ 159.070.491,07	\$ 144.487.006,11	\$ 130.996.877,77
Valor presente neto	\$ 405.282.269,35				

Tabla D-14. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario D (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 119.091.528,85	\$ 105.211.305,21	\$ 95.998.435,36	\$ 87.640.100,13	\$ 80.063.129,96	\$ 73.198.959,48	\$ 43.860.763,58

Tabla D-15. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario D.

Recuperación de la inversión (PAYBACK)	1	2	3	4	5	6
VPN del flujo de caja	\$ -765.628.961,98	\$ 175.153.397,37	\$ 159.070.491,07	\$ 144.487.006,11	\$ 130.996.877,77	\$ 119.091.528,85
Acumulado	0	\$ 175.153.397,37	\$ 334.223.888,45	\$ 478.710.894,56	\$ 609.707.772,33	\$ 728.799.301,18
Recuperación	\$ -765.628.961,98	\$ -590.475.564,61	\$ -431.405.073,54	\$ -286.918.067,42	\$ -155.921.189,65	\$ -36.829.660,81

Tabla D-15. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario D (continuación).

7	8	9	10	11	12
\$ 105.211.305,21	\$ 95.998.435,36	\$ 87.640.100,13	\$ 80.063.129,96	\$ 73.198.959,48	\$ 43.860.763,58
\$ 834.010.606,39	\$ 930.009.041,75	\$ 1.017.649.141,88	\$ 1.097.712.271,85	\$ 1.170.911.231,33	\$ 1.214.771.994,91
\$ 68.381.644,40	\$ 164.380.079,77	\$ 252.020.179,90	\$ 332.083.309,86	\$ 405.282.269,35	\$ 449.143.032,93

Tabla D-16. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario E.

	Interés	20,00000%			
Valor presente	1	2	3	4	5
Valor presente neto flujo de caja	\$ -987.117.875,87	\$ 757.850.940,75	\$ 669.663.653,42	\$ 592.478.793,17	\$ 524.576.076,57
Valor presente neto	\$ 3.676.942.803,42				

Tabla D-16. Indicador de rentabilidad VPN, para el escenario E (continuación).

6	7	8	9	10	11	12
\$ 465.321.263,46	\$ 411.401.512,93	\$ 366.005.754,35	\$ 326.057.716,86	\$ 290.867.756,89	\$ 259.837.210,89	\$ 48.544.762,85

Tabla D-17. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario E.

Recuperación de la inversión (PAYBACK)	1	2	3	4	5	6
VPN del flujo de caja	\$ -987.117.875,87	\$ 757.850.940,75	\$ 669.663.653,42	\$ 592.478.793,17	\$ 524.576.076,57	\$ 465.321.263,46
Acumulado	0	\$ 757.850.940,75	\$ 1.427.514.594,17	\$ 2.019.993.387,34	\$ 2.544.569.463,91	\$ 3.009.890.727,36
Recuperación	\$ -987.117.875,87	\$ -229.266.935,12	\$ 440.396.718,30	\$ 1.032.875.511,47	\$ 1.557.451.588,04	\$ 2.022.772.851,49

Tabla D-17. Indicador de rentabilidad PAYBACK, para el escenario E (continuación).

7	8	9	10	11	12
\$ 411.401.512,93	\$ 366.005.754,35	\$ 326.057.716,86	\$ 290.867.756,89	\$ 259.837.210,89	\$ 48.544.762,85
\$ 3.421.292.240,30	\$ 3.787.297.994,65	\$ 4.113.355.711,51	\$ 4.404.223.468,40	\$ 4.664.060.679,29	\$ 4.712.605.442,14
\$ 2.434.174.364,43	\$ 2.800.180.118,78	\$ 3.126.237.835,64	\$ 3.417.105.592,53	\$ 3.676.942.803,42	\$ 3.725.487.566,27

ANEXO E. COTIZACIONES DE EQUIPOS.

1. COTIZACIÓN DE EQUIPOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO, CONTEMPLADOS EN LOS ESCENARIOS A, B Y E.

Tabla E-1. Equipos para línea de revisión técnico-mecánica de vehículos pesados.

Descripción	Valor unitario euro
Sección 1	
Incluye: Consola de comunicación 3000 Módulo de comunicación Tarjeta para software Módulo de conexión para equipos externos Comprobador de gases de escape diesel con mueble sencillo Equipo medidor de rpm Sensor de temperatura de aceite para camiones Sonda gases Analizador 4/5 gases para motores de gasolina, incluye mueble Módulo de rpm para analizador de gases Pinza Trigger Sensor de temperatura de aceite Regloscópio Sonómetro	
Subtotal Sección 1	€31.565
Sección 2	
Consola de comunicación para vehículos pesados Tarjeta de comunicación Alineador al paso hasta 15 Ton Juego de rodillos de 18 Ton Célula de pesaje	
Subtotal Sección 2	€51.736
Sección 3	
Consola de comunicación Detector de holguras hasta de 20 Ton Incluye material de montaje y marcos de fundamentación	

Subtotal Sección 3	€15.171
Total línea	€98.472

Tabla E-2. Equipos para línea de revisión técnico-mecánica de vehículos livianos.

Descripción	Valor unitario euro
Sección 1	
Pupitre de control Profi-Eurosystem (incluye PC, monito 17", arco para pantalla y teclado)	3.780
Tarjeta Etherner de conexión a la red	140
Módulo Mininetzwerk (mini red para el montaje de una red hasta cuatro terminales)	387
Tarjeta LON-USB Eurosystem software, tensión especial	2.301
Alineador al paso MINC Profi para carros y furgonetas hasta de 2 Ton. de peso axial (incluye módulo control MINC Profi)	3.120
Premontaje Minc 1 Euro/Profi con 10 m de cable preformado	225
Banco de amortiguadores FWT 1 Euro, para turismo y furgonetas de hasta 1,1 Ton. por eje	8.496
Versión reforzada del aparato de medición hasta 2.000 kg de peso por eje (no para SSA 2000)	491
Tensión especial divergente de 3 x 400 V	602
Premontaje FWT/SA2 Euro con 10 m de cable preformado	179
Frenómetro de rodillos para vehículos hasta de 3,5 Ton. De peso (IW2 3,5 Ton), incluye módulo de control IW2, tensión especial.	7.350
Tensión especial divergente de 3 x 400 V	603
Célula de pesaje	4.830
Dispositivo para medición de tracción integral	6.653
Premontaje IW2 serie, con 10 m de cable preformado	140
Subtotal Sección 1	€39.297
Sección 2	
Nuevo pupitre (incluye puerta y soporte)	1.365
Tarjeta Etherner de conexión a la red, para integración a una red de PC	140
Detector de holguras PMS 3/2 montado en fosa (marco de fundamentación, material de montaje, aceite hidaúlico)	11.278
Linterna de infrarojos	980
Subtotal Sección 2	€13.763
Sección 3	
Nuevo pupitre (incluye puerta y soporte)	1.355

Tarjeta Ethernet de conexión a la red, para integración a una red de PC	140
Tarjeta Ion-USB-KARTE	525
Regloscopio LITE 1.2 (con cámara óptica y análisis digital)	8.904
Módulo de conexión a equipos externos	704
Rieles de desplazamiento de 1,75 empotrados en el suelo	494
Opacímetro MDO 2 Export (incluye terminal de mano con impresora, sensor de temperatura de aceite, equipo medidor de rpm "RPM VC 2", cable prolongación 7 m para terminal de mano)	6.127
Módulo de equipos externos	682
Equipo medidor de rpm por vibraciones	1.065
Carrito con ruedas de goma	368
Analizador de 4/5 gases	5.580
Módulo rpm para MGT5, tarjeta interna para la captación de rpm	436
Carrito con ruedas de goma	368
Sensor de temperatura de aceite para carros	682
Pinza Trigger para MGT5 con cable de 6 m, para la captación inductiva de rpm, mediante el cable de encendido	202
Sonómetro Quest 2400 sound	3.328
Subtotal Sección 3	€30.960
Total línea	€84.020

VALOR TOTAL DE LOS EQUIPOS PARA EL CENTRO = €266.512

2. COTIZACIÓN DE EQUIPOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO, CONTEMPLADOS EN LOS ESCENARIOS C Y D.

2.1 Equipos para línea de revisión técnico-mecánica de vehículos livianos.

Compuesta por:

- Unidad de control Inspector m/b.
- Banco de prueba de suspensión referencia ST MP.
- Banco de prueba de frenos módulo RBT 3500/230 FW, capacidad 2,5 Ton por eje.
- Plataforma de convergencia dinámica.
- Módulo de diagnóstico de luces.

- Sonómetro DSP 80.
- Probador de juegos mecánicos.
- Elevador electrohidráulico de tijera referencia COIPE 3501, capacidad 4 Ton.
- Módulo de gases de gasolina Eurogas 8040.
- Módulo de gases diesel (opacímetro) Smoke 9010.
- Estación de trabajo para análisis de gases.
- Software NTC 4983 (gasolina) y NTC 4231 (diesel).
- Software de integración CiIT versión 1.0.
- Software y hardware para inspección visual y transmisión de datos.
- Software y hardware para filmación y almacenar imágenes.
- Software y hardware para operar línea en tres pasos.

VALOR TOTAL DE LA LÍNEA = €65.000

2.2 Equipos para línea de revisión técnico-mecánica de vehículos pesados.

Compuesta por:

- Unidad de control Inspector m/b.
- Banco de prueba de frenos módulo RBT / CVFMP, capacidad 16 Ton por eje.
- Plataforma de convergencia dinámica.
- Módulo de diagnóstico de luces.
- Sonómetro DSP 80.
- Probador de juegos mecánicos.
- Módulo de gases de gasolina Eurogas 8040.
- Módulo de gases diesel (opacímetro) Smoke 9010.
- Estación de trabajo para análisis de gases.
- Software NTC 4983 (gasolina) y NTC 4231 (diesel).
- Software de integración CiIT versión 1.0.

- Software y hardware para inspección visual y transmisión de datos.
- Software y hardware para filmación y almacenar imágenes.
- Software y hardware para operar línea en tres pasos.

VALOR TOTAL DE LA LÍNEA = €65.000

VALOR TOTAL DE LOS EQUIPOS PARA EL CENTRO = €195.000

ANEXO F. COMPARACIÓN DE LAS NORMAS TÉCNICO-MECÁNICAS

En la siguiente tabla se encuentran los sistemas y algunos elementos propios de los mismos, que son contemplados en una revisión técnico-mecánica de vehículos automotores, esto con el fin de establecer una comparación entre las normas vistas. La palabra "SI" indica que la norma correspondiente tiene en cuenta tal elemento, por el contrario, el guión (-) señala que la norma no lo incluye dentro de ella.

Tabla F-1. Comparación de las normas técnico-mecánicas de España, Perú, Quito y Colombia.

ELEMENTO A INSPECCIONAR	ESPAÑA	PERÚ	QUITO	COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN				
Documentación	SI	SI	SI	SI
Número de bastidor	SI	SI	SI	SI
Placas	SI	SI	SI	SI
ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR				
Protección delantera	SI	SI	SI	SI
Carrocería y chasis	SI	SI	SI	SI
Dispositivos de acoplamiento	SI	SI	SI	SI
Guardabarros	SI	SI	-	SI
Limpiaparabrisas y lavaparabrisas	SI	SI	SI	SI
Protecciones laterales	SI	SI	-	-
Protección trasera	SI	SI	SI	SI

Puertas y peldaños	SI	SI	SI	SI
Retrovisores	SI	SI	SI	SI
Señales en los vehículos	SI	SI	-	-
Soporte exterior de rueda de repuesto	SI	SI	-	SI
Vidrios de seguridad	SI	SI	SI	SI
ACONDICIONAMIENTO INTERIOR				
Asientos	SI	SI	SI	SI
Cinturones de seguridad	SI	SI	SI	SI
Dispositivos de retención para niños	SI	-	-	-
Antihielo	SI	SI	-	-
Alarma	SI	-	-	-
Campo de visión directa	SI	SI	SI	SI
Dispositivo de retención de la carga	SI	SI	SI	SI
Velocímetro	SI	SI	SI	SI
Salientes interiores	SI	SI	SI	SI
ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN				
Luces de carretera	SI	SI	SI	SI
Luz de marcha atrás	SI	SI	SI	SI
Luces indicadoras de dirección	SI	SI	SI	SI
Luces de estacionamiento	SI	SI	SI	SI
Luces de frenado	SI	SI	SI	SI
Luz de placa trasera	SI	SI	-	SI
Luces de posición	SI	SI	SI	SI
Luces antiniebla	SI	SI	SI	SI
Catadióptricos	SI	SI	SI	SI
Alumbrado interior	SI	SI	-	SI
Avisador acústico	SI	SI	SI	SI

Luz de señalización de apertura de puertas	SI	SI	-	SI
Señalización luminosa específica	SI	SI	SI	SI
REVISIÓN AMBIENTAL				
Ruido	SI	SI	SI	SI
Emisiones contaminantes de vehículos con motor de encendido por compresión	SI	SI	SI	SI
Emisiones contaminantes de vehículos con motor de encendido por chispa	SI	SI	SI	SI
FRENOS				
Freno de servicio	SI	SI	SI	SI
Freno secundario	SI	SI	-	SI
Freno de estacionamiento	SI	SI	SI	SI
Freno de inercia	SI	SI	-	-
Dispositivo antibloqueo	SI	SI	-	-
Dispositivo de desaceleración	SI	SI	-	-
Pedal del dispositivo de frenado	SI	SI	SI	SI
Compresor y depósitos	SI	SI	-	SI
Indicador de baja presión	SI	SI	-	SI
Freno de mano	SI	SI	SI	SI
Válvulas de frenado	SI	SI	-	SI
Acoplamiento de los frenos de remolque	SI	SI	SI	SI
Sistema hidráulico de frenos	SI	SI	-	SI
Tubos rígidos y flexibles	SI	SI	-	SI
Pastillas y bandas de frenado	SI	-	-	-
Tambores y discos	SI	-	-	-
Cables, varillas, palancas y conexiones	SI	SI	-	SI

DIRECCIÓN				
Desviación de ruedas	SI	SI	SI	SI
Volante y columna de dirección	SI	SI	SI	SI
Caja de dirección	SI	SI	SI	SI
Timón y rótulas	SI	SI	SI	SI
Servodirección	SI	SI	SI	SI
EJES, RUEDAS, NEUMÁTICOS Y SUSPENSIÓN				
Ejes	SI	SI	SI	SI
Ruedas	SI	SI	SI	SI
Neumáticos	SI	SI	SI	SI
Suspensión	SI	SI	SI	SI
MOTOR Y TRANSMISIÓN				
Estado general del motor	SI	SI	SI	SI
Sistema de alimentación	SI	SI	SI	SI
Sistema de escape	SI	SI	SI	SI
Transmisión	SI	SI	SI	SI
Vehículos que utilizan gas como carburante	SI	SI	SI	-
OTROS				
Transporte de mercancías peligrosas	SI	SI	-	-
Transporte de mercancías perecederas	SI	SI	-	-
Transporte escolar	SI	SI	-	-
Limitador de velocidad	SI	SI	-	-

Reformas no autorizadas	SI	SI	SI	-
Equipo de prevención y seguridad	-	SI	SI	SI
Taxímetros	-	-	SI	SI

ANEXO G. PLANOS

Plano 1. Planta general existente.

Plano 2. Planta general arquitectónica, nueva distribución.

Plano 3. Distribución del área administrativa y fachadas.

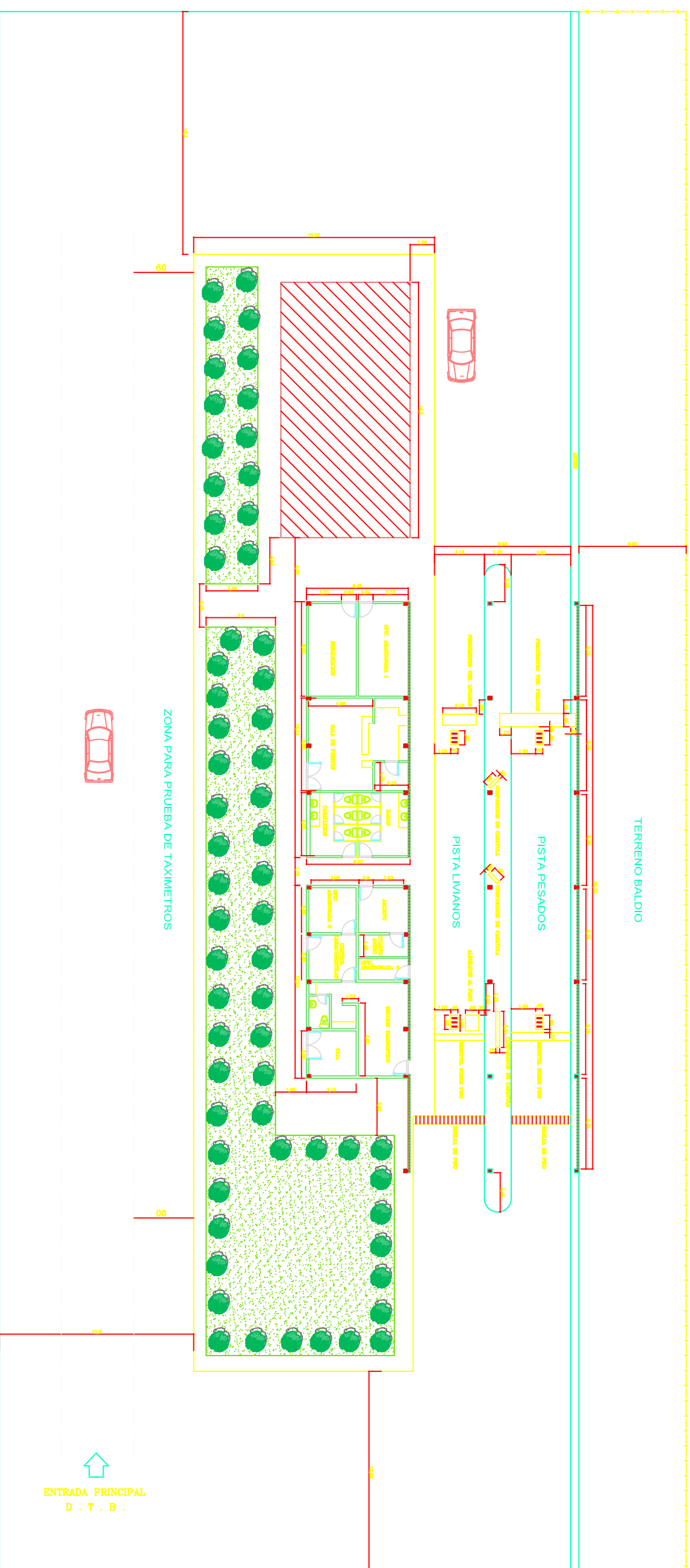
Plano 4. Planta de pistas, cortes y detalles.

Plano 5. Vistas entrada y salida pistas, detalles de muros.

Plano 6. Planta cubierta sobre pistas, despiece de vigas y columnas.

Plano 7. Planta general red eléctrica.

Plano 8. Planta general red de datos y aire comprimido.

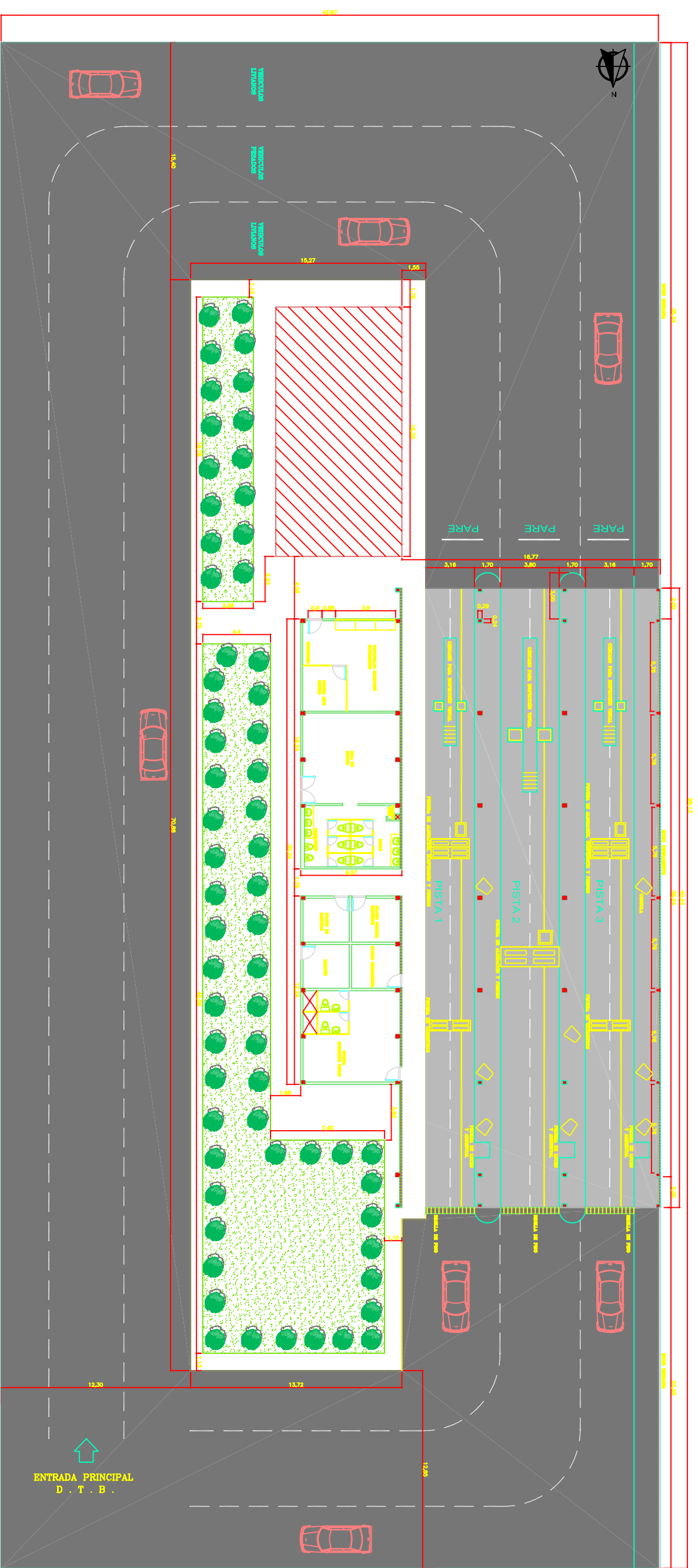


PLANTA GENERAL EXISTENTE

ESC 1:125

NOTA:
LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

<p>PROYECTO CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO DE BUCARAMANGA KM 4 VÍA BUCARAMANGA-GIRÓN</p>	<p>DISEÑO ROMERO MERCHÁN ALBERTO VARGAS JEREZ PASCUAL A.</p>
<p>CONTIENE PLANTA GENERAL EXISTENTE</p>	<p>DIRECTOR DE PROYECTO Ing. JORGE LUIS CHACÓN VELASCO</p>
<p>FECHA: JUNIO DE 2006</p>	<p>ESCALA: 1:125</p>
<p>DIGITALIZO: COMPUCAD</p>	<p>PLANO: E1 DE 8</p>



PLANTA GENERAL

ESC 1:125

PROYECTO
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO
DE BUCARAMANGA
KM 4 VIA BUCARAMANGA-GIRÓN

CONTIENE
PLANTA GENERAL ARQUITECTÓNICA
NUEVA DISTRIBUCIÓN

DIRECTOR DE PROYECTO
Ing. JORGE LUIS CHACÓN VELASCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO

ESQUEMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ROMERO MERCHAN ALBERTO
VARGAS JEREZ PASCUAL A.

DISEÑO

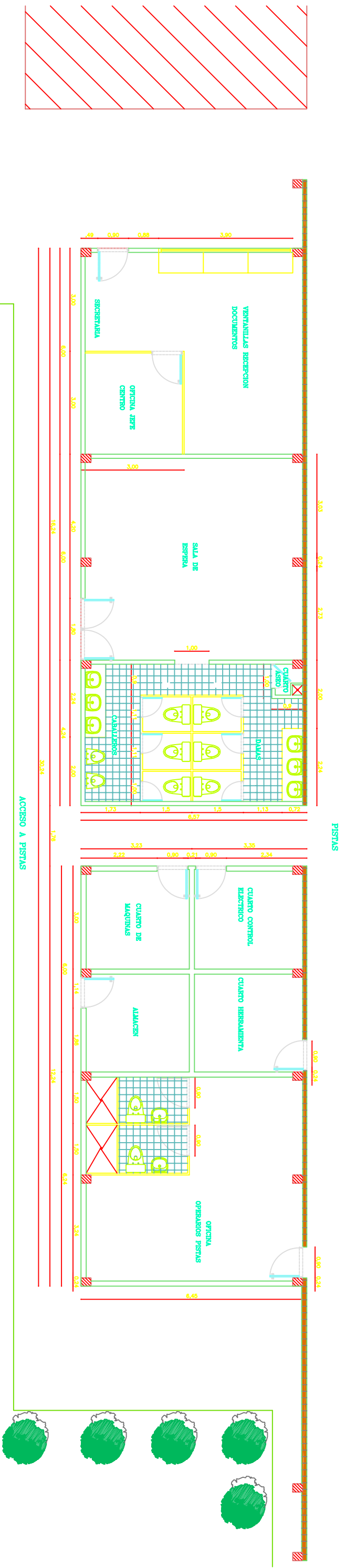
FECHA: JUNIO DE 2006

DIGITALIZO: COMPUTAD

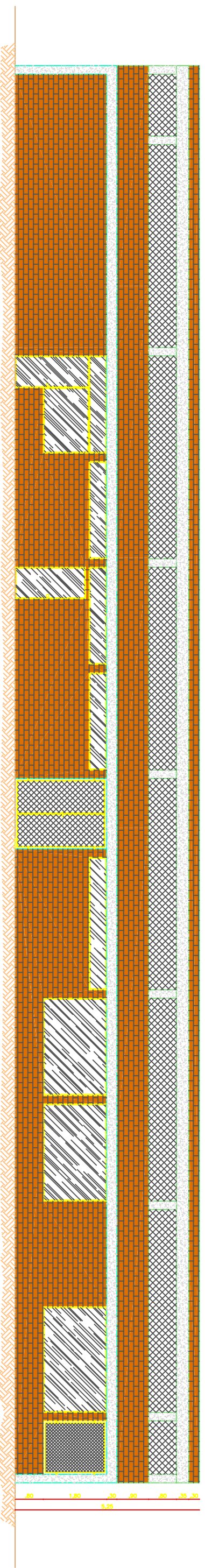
ESCALA: 1:125

PLANO: E2 DE 8

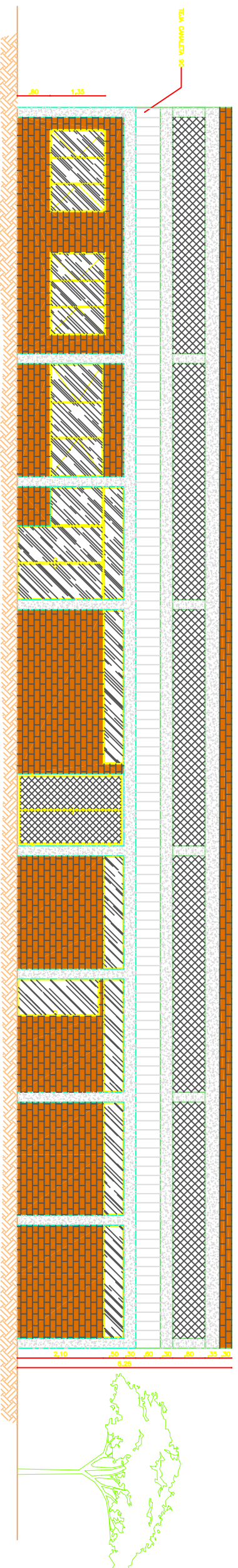
NOTA:
LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS



PLANTA OFICINAS
ESC 1:50



VISTA LATERAL HACIA LAS PISTAS
ESC 1:50



VISTA LATERAL ACCESO A PISTAS
ESC 1:50

NOTA:
LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

PROYECTO

CENTRO DE DIAGNOSTICO AUTOMOTOR
PARA LA DIRECCION DE TRANSITO
DE BUCARAMANGA
KM 4 VIA BUCARAMANGA-GIRON

CONTIENE

DISTRIBUCION DEL AREA
ADMINISTRATIVA Y FACHADAS

DIRECTOR DE PROYECTO

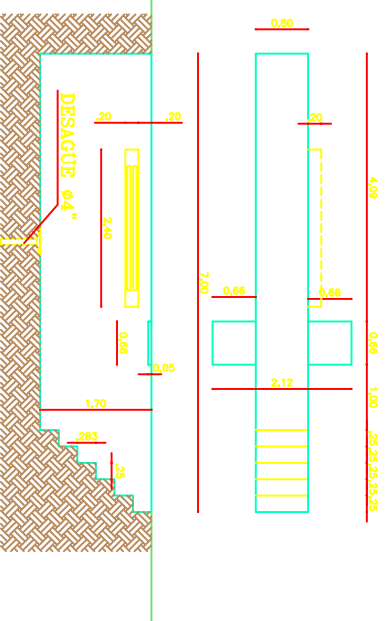
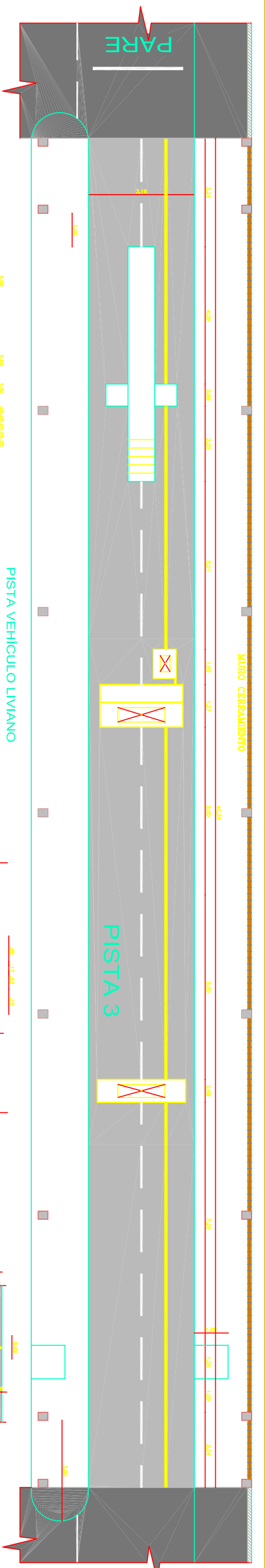
Ing. JORGE LUIS CHACON VELASCO

DISEÑO

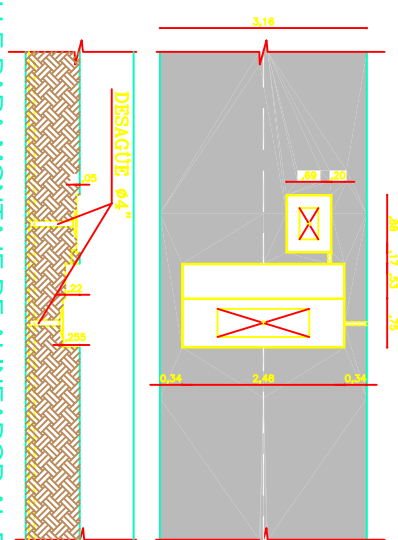
ESQUELA DE INGENIERIA MECANICA
INGENIERIA MECANICA
VARGAS JEREZ PASCUAL A.



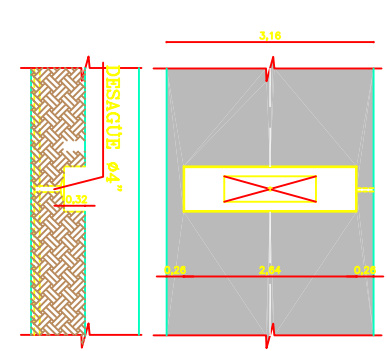
FECHA: JUNIO DE 2006
DIGITALIZO: COMPUCAD
ESCALA: 1:50
PLANO: E3 DE 8



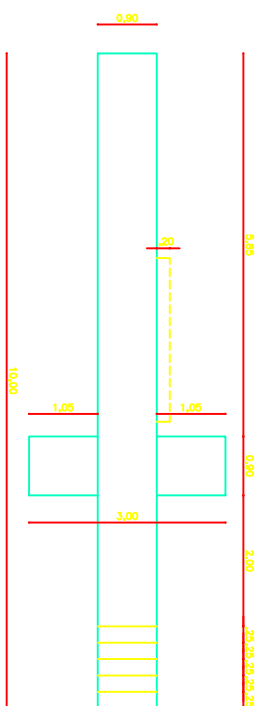
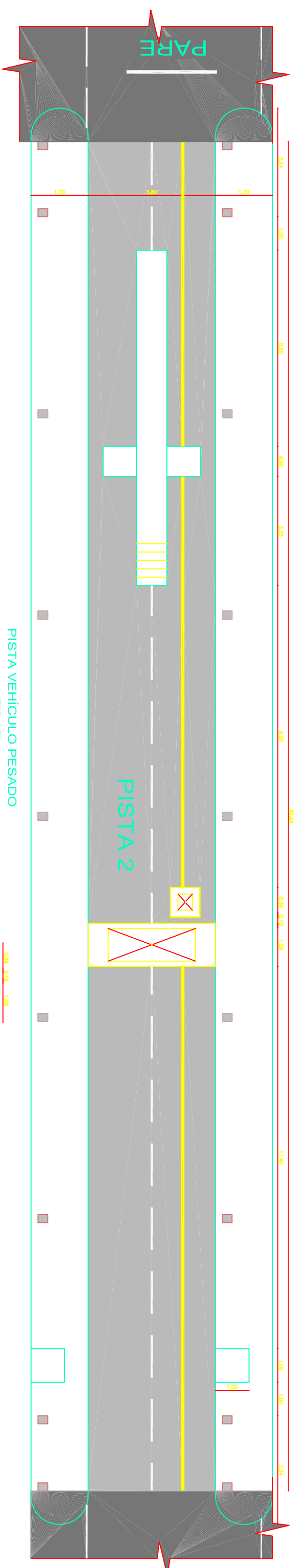
CÁRCAMO VEHÍCULO LIVIANO
ESC: 1:50



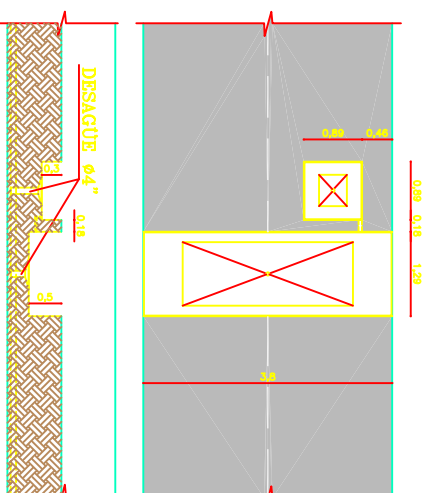
DETALLE PARA MONTAJE DE ALINEADOR AL PASO
BANCO PARA PRUEBA DE SUSPENSIÓN Y FRENO
MÉTRICO VEHÍCULO LIVIANO
ESC: 1:50



DETALLE PARA MONTAJE DE VELOCÍMETRO
VEHÍCULO LIVIANO
ESC: 1:50



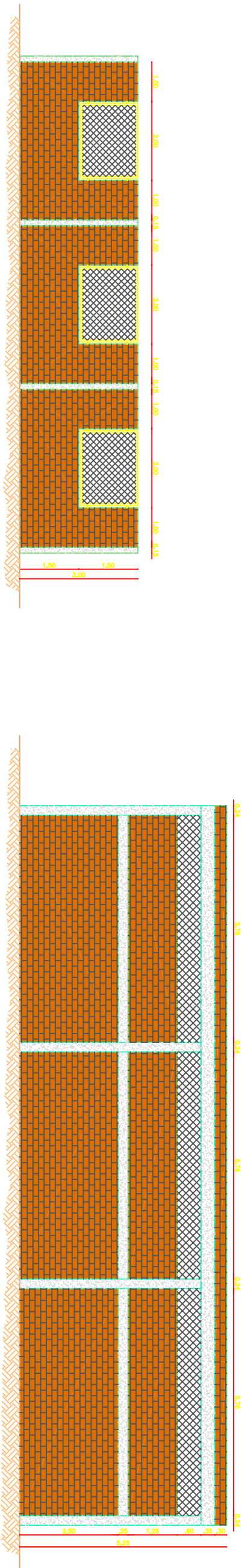
CÁRCAMO VEHÍCULO PESADO
ESC: 1:50



DETALLE PARA MONTAJE DE ALINEADOR AL PASO
Y FRENO MÉTRICO VEHÍCULO PESADO
ESC: 1:50

NOTA:
LAS DIMENSIONES ESTÁN DADOS EN METROS

PROYECTO CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO DE BUCARAMANGA KM 4 VIA BUCARAMANGA-GIRÓN		DISEÑO ROMERO MERCHAN ALBERTO VARGAS JEREZ PASCUAL A.	
CONTIENE PLANTA DE PISTAS, CORTES Y DETALLES		DIRECCIÓN DE PROYECTO Ing. JORGE LUIS CHACÓN VELASCO	
FECHA: JUNIO DE 2006		ESCALA: 1:50	
DIGITALIZO: COMPUTAD		PLANO: F4 DE 8	

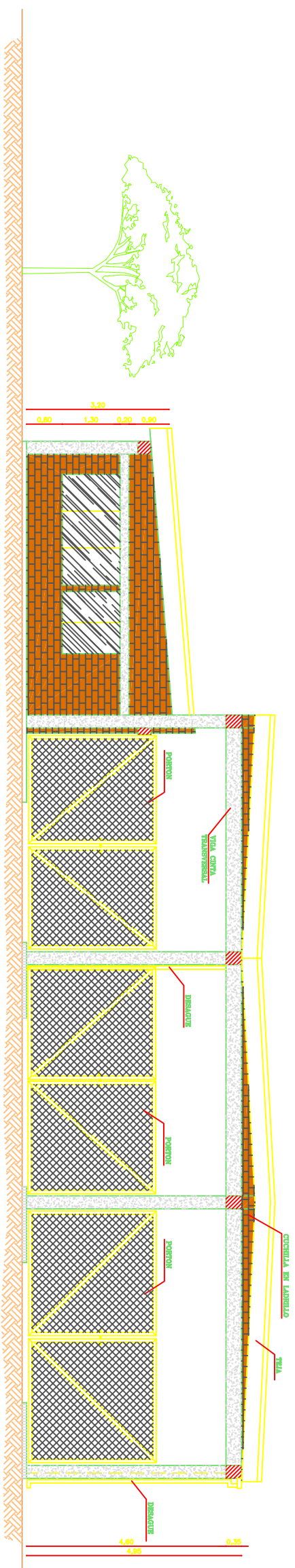


DETALLE MURO MEDIANIA

ESC 1:50

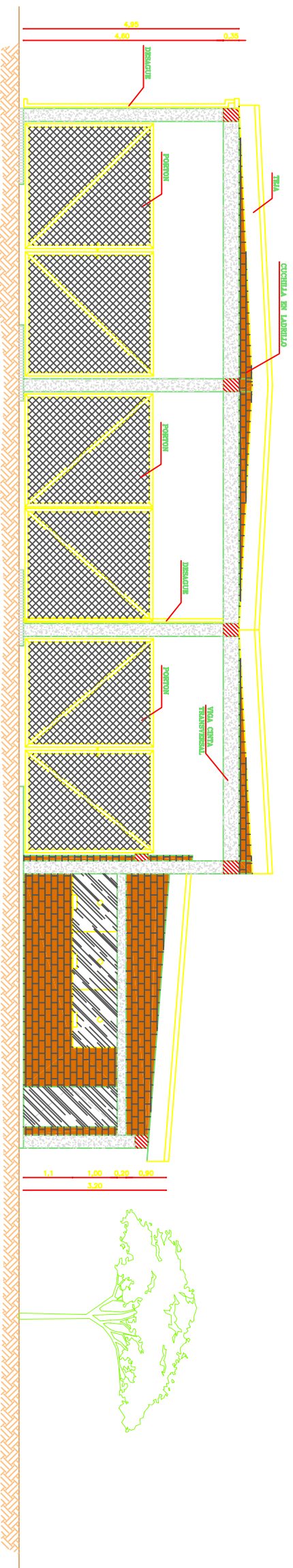
DETALLE MURO CERRAMIENTO

ESC 1:50



VISTA SALIDA DE LAS PISTAS

ESC 1:50



VISTA ENTRADA A LAS PISTAS

ESC 1:50

NOTA:
LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

PROYECTO

CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO
DE BUCARAMANGA
KM 4 VIA BUCARAMANGA-GIRÓN

CONTIENE

VISTAS ENTRADA Y SALIDA PISTAS
DETALLES MUROS

DIRECTOR DE PROYECTO

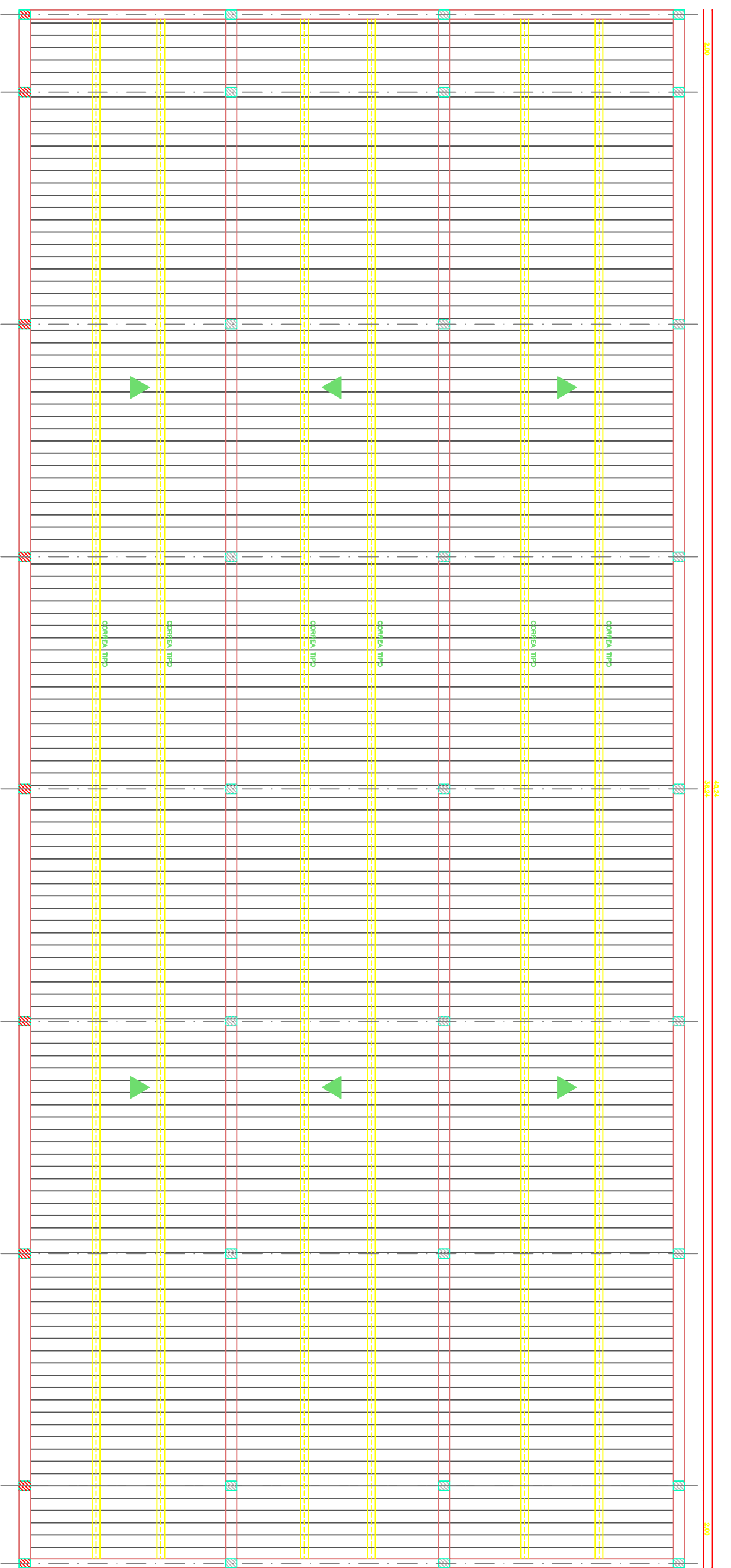
Ing. JORGE LUIS CHACÓN VELASCO

DISEÑO

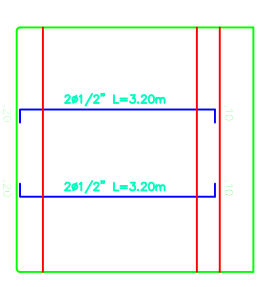
ESQUEMA DE INGENIERIA MECANICA ROMERO MERCHAN ALBERTO
VARGAS JEREZ PASCUAL A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SIMON BOLIVAR

FECHA: JUNIO DE 2006 DIGITALIZO: COMPUCAD ESCALA: 1:50 PLANO: ES DE 8

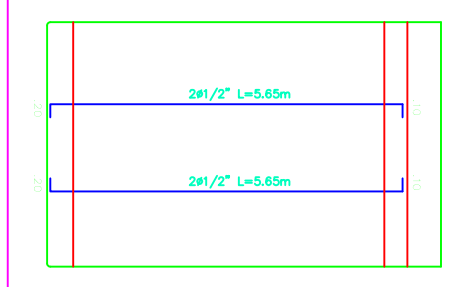


COLUMNAS MURO MEDIANA H=3.00 m
DESPIECE REFUERZO LONGITUDINAL (PDR 60)

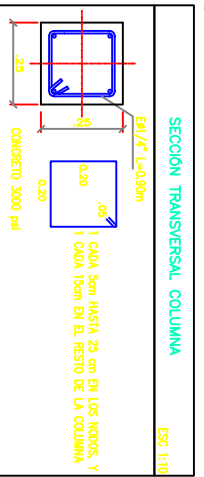


SECCIÓN TRANSVERSAL COLUMNA MURO DE MEDIANA ESC 1:50

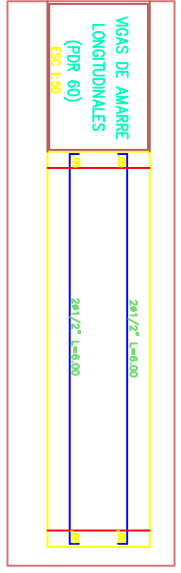
COLUMNAS MURO H=4.60 m
DESPIECE REFUERZO LONGITUDINAL (PDR 60)



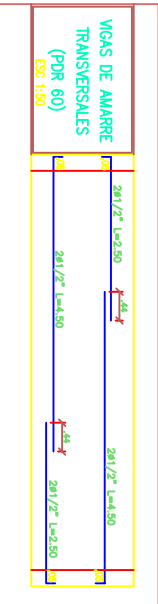
SECCIÓN TRANSVERSAL COLUMNA ESC 1:50



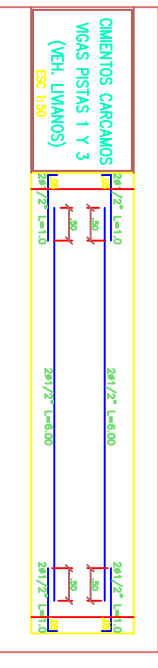
SECCIÓN TRANSVERSAL COLUMNA ESC 1:10



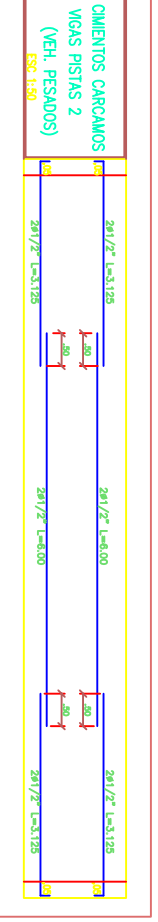
VOIGAS DE AMARRE LONGITUDINALES (PDR 60) ESC 1:50



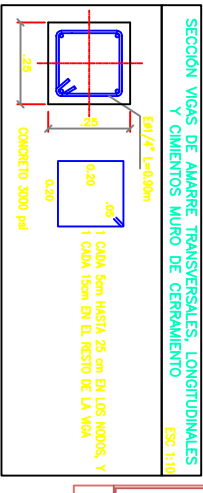
VOIGAS DE AMARRE TRANSVERSALES (PDR 60) ESC 1:50



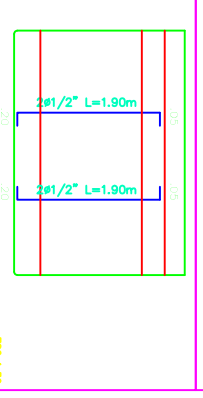
CARRILLOS CARGAMOS VIGAS PISTAS 1 Y 3 (VEH. LIVIANOS) ESC 1:50



CARRILLOS CARGAMOS VIGAS PISTAS 2 (VEH. PESADOS) ESC 1:50



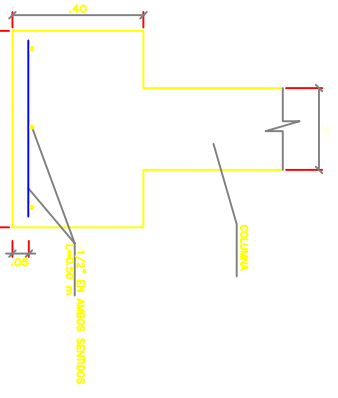
VOIGAS DE AMARRE TRANSVERSALES Y CARRILLOS MURO DE CERRAMIENTO ESC 1:10



COLUMNAS CARGAMOS DESPIECE REFUERZO LONGITUDINAL (PDR 60) ESC 1:50



REFUERZO ZAPATAS ESC 1:10



SECCIÓN TRANSVERSAL ZAPATAS ESC 1:10

PROYECTO
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
PARA LA DIRECCIÓN DE TRÁNSITO
DE BUCARAMANGA
KM 4 VIA BUCARAMANGA-GIRON

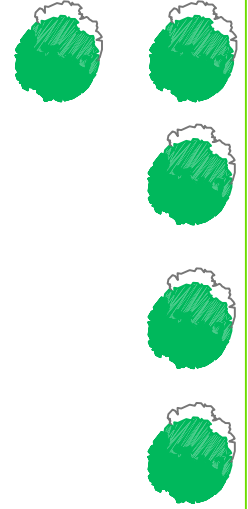
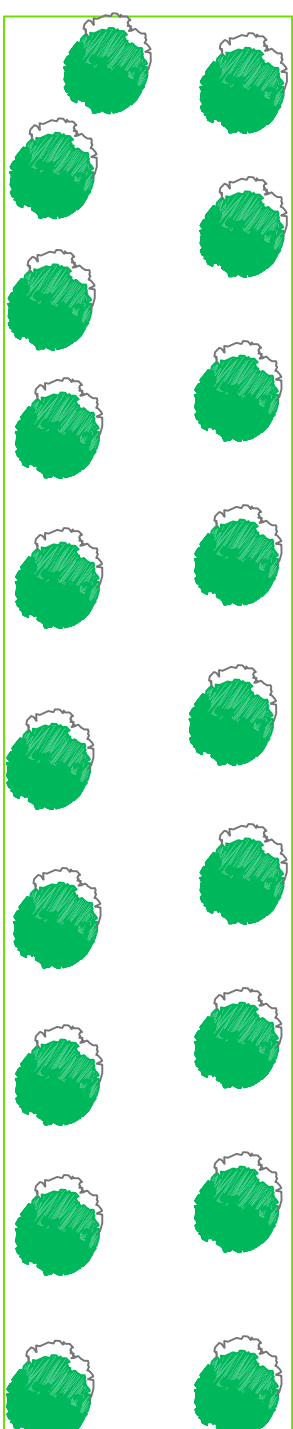
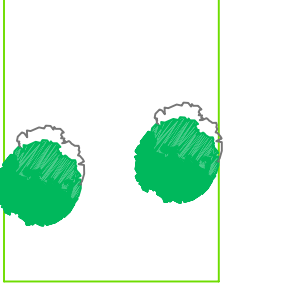
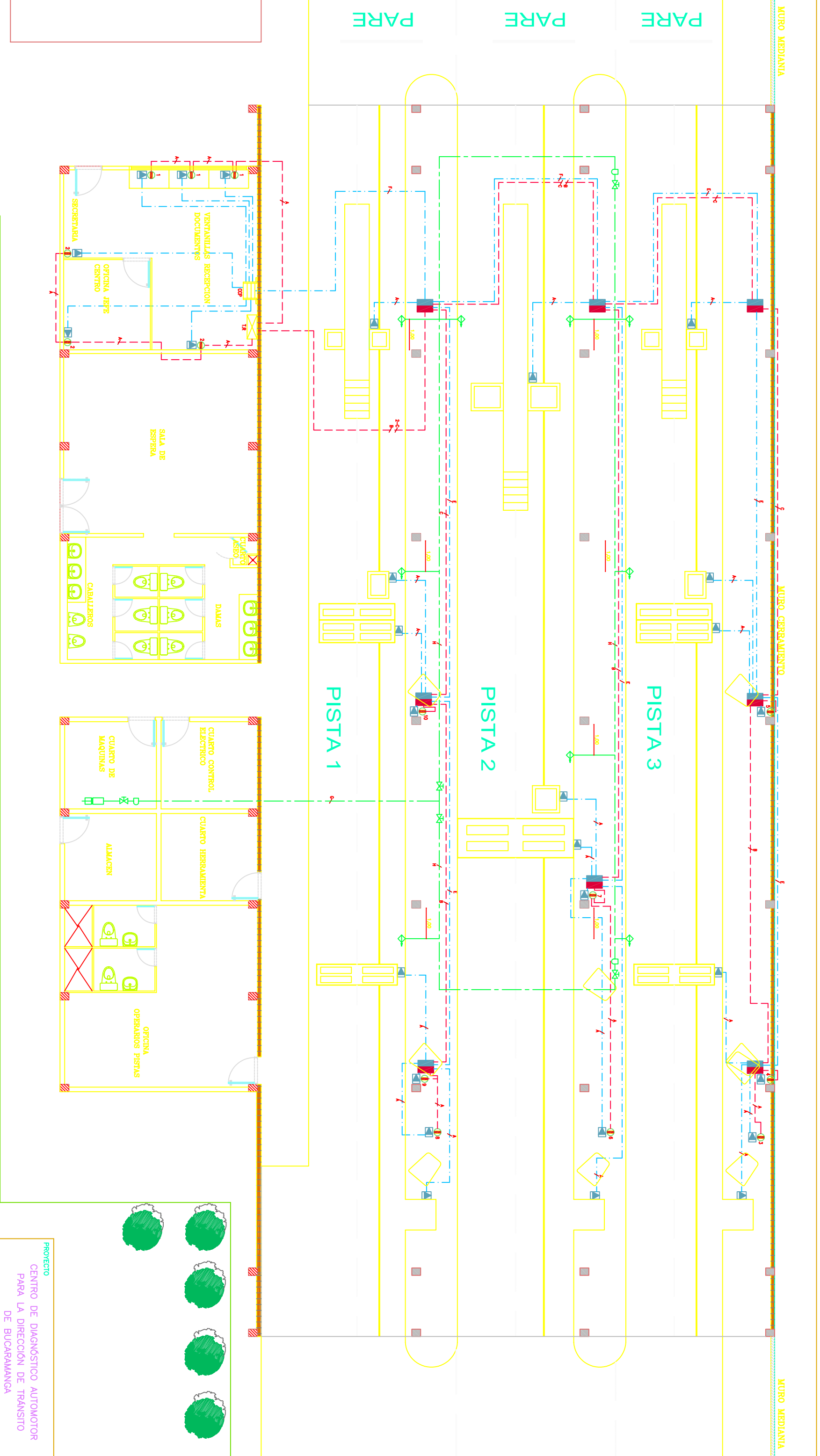
CONTIENE
PLANTA CUBIERTA SOBRE PISTAS
DESPIECE DE VIGAS Y COLUMNAS

DIRECTOR DE PROYECTO
Ing. JORGE LUIS CHACÓN VELASCO

DISEÑO
ROMERO MERCHAN ALBERTO
VARGAS JEREZ PASCUAL A.

FECHA: JUNIO DE 2006
DIGITALIZO: COMPLICAD
ESCALA: INDICADAS
PLANO: EB DE 8

NOTA:
LAS DIMENSIONES ESTÁN DADOS EN METROS



CONVENCIONES

	SALA PARA DATOS
	CENTRO OPERATIVO PRINCIPAL
	TABLENO DE POTENCIA REGULADO
	TOMA POLARIZADA 110 V. ESPECIAL REGULADO
	DUCTO DE COMUNICACIONES
	DUCTO Y SISTEMA DE POTENCIA REGULADO
	CABLE DE PASEO DE PISO REGULADO PARA POTENCIA REGULADA Y CABLEADO ESTRUCTURAL
	DUCTO DE AIRE COMPRIMIDO
	VALVULA
	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE
	TOMA DE AIRE ACOPE RAPIDO
	COMPRESOR

OBSERVACIONES

CABLEADO REGULADO:
 A= Pvc 3/4" = 1#12+1#12M+1#12T+1#12D
 B= Pvc 1" = 2#12+1#12M+1#12T+1#12D
 C= Pvc 1" = 3#12+2#12M+1#12T+1#12D

CABLEADO ESTRUCTURAL:
 D= Pvc = 3/4"
 E= Pvc = 2"
 F= Pvc = 2 1/2"

RED DE AIRE COMPRIMIDO:
 G= GALVANIZADA HERRIETA 3/4"
 H= GALVANIZADA HERRIETA 1/2"

NOTA:
 LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

PROYECTO
 CENTRO DE DIAGNOSTICO AUTOMOTOR
 PARA LA DIRECCION DE TRANSITO
 DE BUCARAMANGA

KM 4 VIA BUCARAMANGA-GIRON

CONTIENE
 PLANTA GENERAL
 RED DE DATOS Y AIRE COMPRIMIDO

DIRECTOR DE PROYECTO
 Ing. JORGE LUIS CHACON VELASCO

DISEÑO
 ROMERO MEROCHAN ALBERTO
 VARGAS JEREZ PASCUAL A.

FECHA: JUNIO DE 2006

DIGITALIZO: COMPUTADO

ESCALA: 1:50

PLANO: EB DE 8