

“Vehículo para el transporte colectivo de pasajeros en el microcentro de la ciudad de Córdoba.”

Universidad Empresarial Siglo 21
Diseño Industrial
Trabajo Final de Grado

Alumno: Ulisses Emil Lasagno
Tutores de Tesis: Juan Virano – Luis Virano

Córdoba 2012

Resumen

Sin lugar a dudas los medios de transporte son un elemento central para el progreso de cualquier ciudad. Más allá de ser uno de los agentes promotores del crecimiento económico y cultural de los centros urbanos, el transporte de pasajeros es fundamental para el cumplimiento del derecho social básico que es la movilidad, y además es parte necesaria de la vida cotidiana de cualquier ciudadano.

El congestionamiento vehicular de la capital cordobesa, es principalmente consecuencia de un crecimiento irregular y no planificado de la ciudad, en donde se le suman las deficiencias del transporte público; caracterizados por el ruido, los contaminantes atmosféricos emitidos, el despilfarro energético, la falta de accesibilidad a personas con movilidad reducida, etc. A raíz de esto, los ciudadanos optan por movilizarse en vehículos propios agravando aún más la situación. Como alternativa, los ciudadanos emplean el transporte público de colectivo en su gran mayoría, convirtiendo a este medio en el principal medio de movilidad.

La utilización de un transporte público masivo unimodal, es un factor que limita el desarrollo de las actividades urbanas. Es por ello que se plantea un nuevo sistema de transporte de pasajeros, concebido de forma integral; en donde la **seguridad**, la **eficiencia**, la **accesibilidad** y la **sustentabilidad** son los pilares fundamentales de este trabajo, siguiendo las directrices del enfoque multidisciplinario de K.Ulrich.

Abstract

There is no doubt that transportation it's a central element for the progress of any city. Beyond being one the promoting agent for the economic and cultural increase of the urban centers, the passenger transportation its essential for the accomplishment of the social basic right of mobility, besides of being a necessary component in everyday life of any citizen.

The traffic congestion at Córdoba's capital is for principal consequence of an irregular and not planned growth of the city, in addition of the deficiencies of public transportation; distinguished for the noise, the issued air pollutant, the energy waste, the lack of accessibility of people with reduced mobility, etc. In reason of all this, the citizens choose their own vehicles to move, aggravating the situation. For alternative, citizens in their most employ the bus public transportation, making this the principal way for mobility.

The use of the public transportation single-mode mass, it's a factor that limit the development for urban activities. And that is the reason why arises the new system of passenger transportation, conceived on integral form; where the **security**, **efficiency**, **accessibility**, and the **sustainability** are the fundamental pillars of this job, following the guidelines of a multi-disciplinary approach of K. Ulrich.

Tabla de contenidos

Introducción.....	11
Metodología.....	13
Ejes de desarrollo.....	14
Capítulo 1: Ciudad de Córdoba	15
1.1 Reseña histórica	17
1.2 Demografía.....	20
1.3 Clima	22
1.4 Irradiación solar.....	24
1.5 Arquitectura.....	25
1.6 Tránsito de la ciudad.....	26
1.6.1 Centro de Control de Tránsito.....	29
1.6.2 Estadísticas de control y gestión de tránsito.....	30
1.6.2.1 Volúmenes medios diarios de tránsito (vehículos/día) - Año 2007	31
1.6.2.2 Volúmenes medios diarios de tránsito (vehículos/día) - Año 2008	31
1.6.2.3 Variación diaria de volúmenes de tránsito.....	31
1.6.3 Viajes en Córdoba.....	34
1.7 Transportes públicos	35
1.7.1 Taxis y Remises	35
1.7.2 Colectivos.....	36
1.7.2.1 Colectivos Urbanos.....	36
1.7.2.2 Colectivos Interurbanos	43
1.7.3 Trolebuses.....	44
1.7.4 Ferrourbano.....	46
1.8 Proyectos futuros.....	47
1.8.1 Tranvías.....	47
1.8.2 Subte	47
1.8.3 Monorriel.....	48
1.9 Conclusión del capítulo	50

Capítulo 2: Vehículos del transporte de la ciudad de Córdoba.....	51
2.1 Ferrourbano.....	52
2.1.1 Ferrocentral Córdoba-Cosquín.....	52
2.1.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo.....	54
2.2 Trolebús.....	55
2.2.1 TAMSE, línea C.....	57
2.2.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo.....	60
2.2.2 TAMSE, línea A.....	61
2.2.2.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo.....	63
2.3 Colectivos.....	64
2.3.1 Ciudad de Córdoba.....	64
2.3.1.1 Línea A3.....	65
2.3.1.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo.....	68
2.3.1.1.2 Línea A1.....	69
2.3.1.1.2.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo.....	71
2.3.2 Coniferal.....	72
2.3.3 TAMSE.....	73
2.3.3.1 Diferencial D4.....	75
2.3.3.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo.....	77
2.4 Conclusión del capítulo.....	78
Capítulo 3: Medio Ambiente.....	79
3.1 Contaminación atmosférica.....	79
3.1.1 Principales fuentes de emisión de contaminantes antropogénicos.....	80
3.1.1.1 Contaminantes emitidos por los vehículos.....	80
3.1.1.2 Calefacciones domésticas.....	81
3.1.1.3 Calderas industriales de generación de calor.....	81
3.1.1.4 Contaminantes emitidos por la industria.....	82
3.1.2 Contaminantes primarios y secundarios.....	83
3.1.3 Principales contaminantes atmosféricos.....	83
3.1.3.1 Clorofluorocarbono (CFC).....	84
3.1.3.2 Monóxido de carbono (CO).....	84
3.1.3.3 Dióxido de carbono (CO ₂).....	84
3.1.3.4 Óxidos de nitrógeno (NO _x).....	84

3.1.3.5 Óxidos de azufre (SO _x).....	85
3.1.3.6 Hidrocarburos (HC).....	85
3.1.3.7 Ozono (O ₃).....	85
3.1.3.8 Metales tóxicos.....	86
3.1.4 Efectos producidos a la atmósfera.....	86
3.1.4.1 Lluvias ácidas.....	86
3.1.4.2 Efecto invernadero.....	87
3.1.4.3 Disminución de la capa de ozono.....	87
3.1.4.4 Smog.....	88
3.1.4.4.1 Smog industrial.....	88
3.1.4.4.2 Smog fotoquímico.....	88
3.2 Contaminación atmosférica en la ciudad de Córdoba.....	89
3.3 Contaminación acústica.....	94
3.3.1 Principales fuentes de contaminación.....	94
3.3.2 Efectos sobre la salud.....	94
3.3.3 El transporte público.....	95
3.4 Contaminación acústica en Córdoba.....	96
3.5 Conclusión del capítulo.....	99
Capítulo 4: Accesibilidad.....	100
4.1 Tipos de discapacidades.....	101
4.1.1 Ambulatorias.....	102
4.1.2 Semiambulatorias.....	102
4.1.3 No Ambulatorias.....	103
4.2 Barreras de accesibilidad.....	104
4.3 Ayudas técnicas.....	104
4.3.1 Tipos de ayudas técnicas.....	105
4.3.1.1 Andadores.....	105
4.3.1.2 Bastón multipodal trípode o cuatrípode.....	105
4.3.1.3 Muleta axilar.....	106
4.3.1.4 Bastón canadiense o Lofstrand.....	107
4.3.1.5 Bastón de mano.....	107
4.3.1.6 Silla de ruedas.....	108
4.3.1.7 Perros guía.....	110

4.3.1.8 Alfabeto braille.....	111
4.4 Accesibilidad en los transportes.....	112
4.5 Ley Nacional N°22.431.....	114
4.6 Problemas en la ciudad de Córdoba.....	115
4.7 Conclusión del capítulo.....	117
Capítulo 5: Monorrieles.....	118
5.1 Tipos de monorrieles.....	118
5.1.1 Sobre vigas.....	119
5.1.2 Suspendido.....	119
5.2 Principales monorrieles del mundo.....	120
5.3 Transporte de levitación magnética.....	141
5.3.1 Clases de Maglev's.....	142
5.4 Conclusiones finales acerca de los monorrieles.....	148
5.5 Conclusión del capítulo.....	149
Capítulo 6: Pilas de combustible.....	150
6.1 Funcionamiento.....	150
6.2 Tipos de celdas de combustible.....	151
6.2.1 Proton Exchange membrane fuel cell (PEMFC).....	152
6.2.2 Solid oxide fuel cell (SOFC).....	152
6.2.3 Direct methanol fuel cell (DMFC).....	153
6.2.4 Alkaline fuel cell (AFC).....	153
6.2.5 Molten carbonate fuel cell (MCFC).....	154
6.2.6 Phosphoric acid fuel cell (PAFC).....	154
6.3 Métodos para la obtención de hidrógeno.....	155
6.3.1 Reformado de gas natural.....	156
6.3.2 Electrólisis.....	157
6.3.3 Biológica.....	158
6.3.4 Otros métodos.....	159
6.4 Formas de distribución.....	159
6.5 Almacenamiento.....	160
6.5.1 Estado líquido.....	160
6.5.2 Estado gaseoso.....	160

6.5.3 Estado sólido.....	161
6.5.4 Otros medios	161
6.6 Motores a hidrógeno	163
6.6.1 Motores de cuatro tiempos	163
6.6.2 Motores Wankel (rotativos).....	164
6.7 Alimentación de la pila de hidrógeno	164
6.7.1 Hidrógeno a partir de compuestos	165
6.7.2 Hidrógeno en estado puro.....	166
6.8 Costos	167
6.9 Conclusión del capítulo.....	168
Capítulo 7: Planificación estratégica proyectual.....	169
7.1 Planteo de problemáticas	170
7.2 Planteo de oportunidades.....	171
7.3 Definición del problema	172
7.4 Problemática	172
7.5 Propuesta de solución.....	173
7.6 Propuesta conceptual	173
7.7 Objetivos generales del proyecto	174
7.8 Objetivos particulares del producto.....	174
7.9 Definición del usuario.....	175
7.10 Código genético del producto.....	176
7.11 Programa de diseño.....	177
Capítulo 8: Generación del concepto.....	178
8.1 Imágenes de inspiración	178
8.2 Primeras ideas preliminares.....	179
8.3 Desarrollo de alternativas.....	182
8.4 Elección de alternativa y desarrollo de detalles.....	184
8.5 Detalles del vehículo	188
8.5.1 Carrocería	188
8.5.2 Tapa inferior	190
8.5.3 Tapa superior.....	191
8.5.4 Cabina.....	192

8.5.5 Puerta Frontal.....	193
8.5.6 Tapa Lateral.....	195
8.5.7 Asientos.....	196
8.5.8 Pasamanos	197
8.5.9 Luces interiores.....	198
8.5.10 Carcasa pantalla.....	198
8.5.11 Falso chasis.....	199
8.5.11.1 Falso chasis superior.....	199
8.5.11.1.1 Grupo propulsor	201
8.5.11.1.2 Ruedas soporte	202
8.5.11.2 Falso chasis inferior.....	203
8.5.12 Columnas-guía.....	204
8.6 Especificaciones técnicas	205
8.7 Recorrido.....	206
8.7.1 Diseño en planta horizontal.....	207
8.7.2 Diseño en planta vertical	208
8.7.3 Fotomontajes	210
8.8 Colores.....	211
8.9 Diseño interior.....	212
8.9.1 Ergonomía.....	214
8.10 Sistemas de seguridad.....	215
8.11 Renders de presentación.....	217
8.12 Costos.....	218
Capítulo 9: Cierre del trabajo.....	219
Apéndice.....	220

Tabla de abreviaturas

- AFC: Alkaline fuel cell
- ATC: Automatic Train Control
- ATO: Automatic Train Operation
- ATP: Automatic Train Protection
- CAS: Collision Avoidance System
- CCT: Centro de Control de Tránsito
- CCTV: Circuito Cerrado de Vigilancia
- CIAL: Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas
- CINTRA: Centro de Investigación y Transferencia en Acústica
- CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
- dB: Decibelios
- DMFC: Direct methanol fuel cell
- EDS: Electrodynamic Suspension
- EMS: Electromagnetic Suspension
- FCV: Fuel Cell Vehicles
- H: Hidrógeno
- ICTA: Comité Internacional de Ayudas Técnicas
- INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- IPA: Índice de pureza atmosférica
- ISIT: Instituto Superior en Ingeniería en Transporte
- LIM: Linear Induction Motor
- LNG: Gas Natural Licuado
- LSM: Linear Synchronous Motor
- MAGLEV: Magnetic Levitation
- MIT: Instituto Tecnológico de Massachussets
- MCFC: Molten carbonate fuel cell
- MOF: Metal Organic Framework
- NO_x: Óxidos de nitrógeno
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- PAFC: Phosphoric acid fuel cell
- PEMFC: Proton exchange membrane fuel cell
- PM: Material particulado
- PM_{2,5}: Material particulado menor a 2,5 micrones
- PM₁₀: Material particulado menor a 10 micrones
- PMR: Personas con movilidad reducida
- SOFC: Solid oxide fuel cell
- SO_x: Óxidos de azufre
- TA: Todo Arquitectura
- TAMSE: Transporte Automotor Municipal Sociedad del Estado
- UNC: Universidad Nacional de Córdoba
- VCC: Voltaje en Corriente Continua
- ZEV: Zero Emissions Vehicles

Prólogo

Este Trabajo Final de Graduación surge a raíz de una necesidad académica de lograr una culminación de todos los conocimientos adquiridos durante los años de cursado, es decir la obtención de la licenciatura en la carrera de Diseño Industrial. En lo personal, es la finalización de una etapa, siendo el último proyecto previo a la inserción laboral.

Este trabajo refleja implícitamente la experiencia adquirida en el ámbito del diseño, tanto en lo profesional como en lo personal, ya que de cierto modo refleja nuestras virtudes y debilidades. Aunque la elaboración de este trabajo se plantea como una situación difícil, debido a que es poca la experiencia y la habilidad que se posee para la conformación de tal documento, es un período adecuado para retomar aquellas "lagunas conceptuales" que nos han quedado sin afianzar en el proceso de formación, y también como un medio para consolidar nuestra orientación dentro de la rama del diseño industrial.

Una de las grandes dificultades que se nos ha presentado para la elaboración de la tesis, ha sido la falta de disponibilidad de fuentes de primera mano en medios físicos accesibles (ya sean libros, enciclopedias, revistas, etc.), principalmente en cuanto a información sobre monorraíles. No obstante se ha dedicado el tiempo necesario y el criterio responsable de analizar cada sitio web encontrado referente a la temática, para conformar los capítulos con información fidedigna. Siempre en lo posible se ha manejado información actualizada y con fuentes de renombre.

La elección de la ciudad de Córdoba como entorno para nuestro proyecto ha sido designada debido a la influencia de los años vividos en la misma, con lo cual uno experimentó algunas de las problemáticas desarrolladas en ésta tesis. Por otro lado, la capital cordobesa a diferencia de Buenos Aires, es una ciudad de tamaño y población menor en la cual es menos complejo aplicar medidas preventivas en cuanto a medios de transporte, pudiendo favorecer un crecimiento equilibrado a largo plazo.

Agradecimientos

Muchas han sido las personas con las cuales me he cruzado a lo largo de los años en el transcurso de la carrera y de la vida, es por ello que es necesario agradecerles a todos ellos, por su apoyo y simplemente por compartir su amistad.

Principalmente quiero agradecerles a **mis padres** por su amor y apoyo constante a lo largo de toda mi vida, los cuales sin ellos no podría haber llegado a esta instancia. A **mi hermano**, un compañero que ha sido fuente continua de contribución en todos mis diseños. A **mi padrino**, el cual sin él no hubiese podido completar mis estudios universitarios y a **mis abuelos**, que siempre brindaron sus consejos.

No me puedo olvidar también agradecerles a **mi grupo de amigos**, los cuales me han aguantado y brindaron su apoyo, comprensión y amistad diaria.

Especial agradecimiento a mis tutores de tesis, **Juan Virano** y **Luis Virano**, los cuales han sido mi guía constante durante toda la carrera y en este trabajo final. También a **José María Aguirre** y **Andrés Pereyra** por sus contribuciones en este trabajo y también por ser mis docentes.

Y finalmente a **Ana Porta** por su amabilidad y por su continua disposición para evacuar las dudas de mis múltiples mails diarios, en una etapa tan compleja que es la realización del trabajo final de graduación.

Introducción

El objetivo de este Trabajo Final de Graduación es obtener por medio de él la licenciatura en la carrera de Diseño Industrial y particularmente, que sirva como medio para afianzar todos los conocimientos adquiridos durante los años de cursado, demostrando así un manejo adecuado de los métodos y herramientas del diseño con un nivel de criterio profesional. Para ello se elige un tema complejo, como es el transporte urbano de pasajeros.

“Una tesis debe aportar algo original y novedoso, pero su primer mérito ha de radicar en la tarea rigurosa de acopio de lo que otros han dicho sobre la cuestión afrontada (...)”

Carlos Antonio Orantes

Actualmente estamos inmersos en un mundo en donde los principales problemas son de orden natural, debido esencialmente a la alteración de la capacidad del planeta para sustentar la vida. Con ello y gracias a las modificaciones del medio ambiente provocadas por las actividades humanas, se están contaminando continuamente los medios en los cuales nos desarrollamos y desenvolvemos: las ciudades.

A partir de la Revolución Industrial las ciudades pasaron a ser las principales generadoras de riqueza económica y de bienestar cultural; el crecimiento y la expansión de éstas, han provocado que la sociedad aumente su necesidad de movilizarse hacia distintos puntos.

“La concentración de la población en grandes ciudades o grandes áreas metropolitanas ha supuesto la necesidad de dotación de un transporte colectivo eficiente para el desarrollo de la vida cotidiana de éstas”¹

Para apaciguar esta necesidad surgió el transporte, que rápidamente se tornó fundamental para la economía de los centros urbanos, convirtiéndose un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones. Sin embargo, desde sus orígenes, los medios de transportes son y han sido uno de los principales agentes contaminantes de las ciudades, en donde el aumento exponencial de las personas no ha sido acompañado con una evolución tecnológica acorde, por lo cual a fechas de hoy es un medio que cuenta con muchas deficiencias.

El transporte y la movilidad urbana forman parte de los temas centrales que hacen a la calidad de la vida urbana. La *movilidad urbana* entendida como la necesidad básica o el deseo de los ciudadanos de moverse, es por lo tanto un derecho social que es necesario preservar y garantizar de forma igualitaria.

Todos los días, para casi cualquier actividad que decidan desarrollar, los ciudadanos deben desplazarse por la ciudad o acceder a ella: para ir a trabajar, asistir a la escuela, comprar, ir al cine e incluso para pasear por un parque. Así, al cabo del día se producen millones de desplazamientos en las ciudades, por lo tanto los medios de transporte deben ser ese medio que garantice el cumplimiento del derecho social que es la movilidad.

Además de ello, los transportes, deben incorporar los criterios de sostenibilidad para lograr un equilibrio entre las necesidades de movilidad y accesibilidad que permita a los ciudadanos disfrutar

¹ REZK, Martín I. *Transporte (definición, tipos e historia)*, Transporte en ciudades, <<http://www.monografias.com/trabajos/transporte/transporte.shtml>>, s.f., (citado 15-12-2010)

de la ciudad, con desplazamientos seguros y que economicen tiempo y energía, al tiempo que se favorece la protección del medio ambiente, la cohesión social y el desarrollo económico.

La conciencia ambiental de reducción de los contaminantes emitidos al ambiente y las políticas de ahorro energético actuales, generan una alta presión sobre los medios de transportes, y una de las medidas aceptadas a nivel mundial es fomentar el transporte colectivo público frente al transporte privado, debido a las siguientes razones:

- Los transportes públicos son mucho más eficaces que los transportes privados en términos de consumo de energía.
- En proporción a los viajeros que llevan, los transportes públicos ocupan mucho menos espacio.
- Facilitan la circulación, los transportes públicos no necesitan de aparcamiento.
- Los transportes públicos con carril reservado o subterráneos no sufren problemas de atascos.
- Pueden ser más rápidos que los transportes individuales, a condición de que las redes sean bastantes densas.²

*"El transporte público hace posible que la libertad, la accesibilidad, la seguridad, la justicia y la cohesión social se materialicen"*³

Toda esta situación nos ha influenciado para la elección del tema: "transporte urbano de pasajeros", aplicándolo al microcentro de la ciudad de Córdoba, ya que como se puede observar y experimentar día a día en la actividad social de cualquier cordobés las deficiencias del transporte público influyen mucho en la vida de todos.

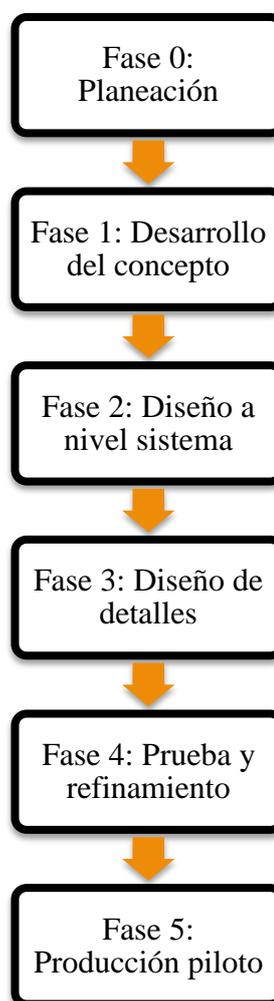
² WIKIPEDIA. *Transporte público*. Pros y contras, <http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_p%C3%BAblico>, última modificación 25-06-2011, (citado 04-07-2011)

³ CUEL, María Cecilia. *El transporte y la movilidad*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/el-transporte-y-la-movilidad>>, publicado 01-11-2010, (citado 03-07-2011)

Metodología

El desarrollo de esta tesis de **Proyecto de Investigación Aplicada** se estructura en varios capítulos, en los cuales se observan, analizan y comprenden todos los aspectos que tienen incidencia directa e indirecta sobre los medios de transporte de pasajeros en la ciudad de Córdoba, volcando las síntesis de los mismos en la generación de un nuevo vehículo.

Además, el trabajo se orienta bajo las directrices del enfoque multidisciplinario de *Karl T. Ulrich*⁴ en donde el proceso de desarrollo de un producto se divide en seis fases:



⁴ ULRICH, Karl T.[y otros]. *Diseño y desarrollo de productos, Enfoque multidisciplinario*, McGraw-Hill, México D.F, 2004, pp.3-186

Ejes de desarrollo



Ciudad de Córdoba



Vehículos de transporte de Córdoba



Contaminación ambiental



Accesibilidad



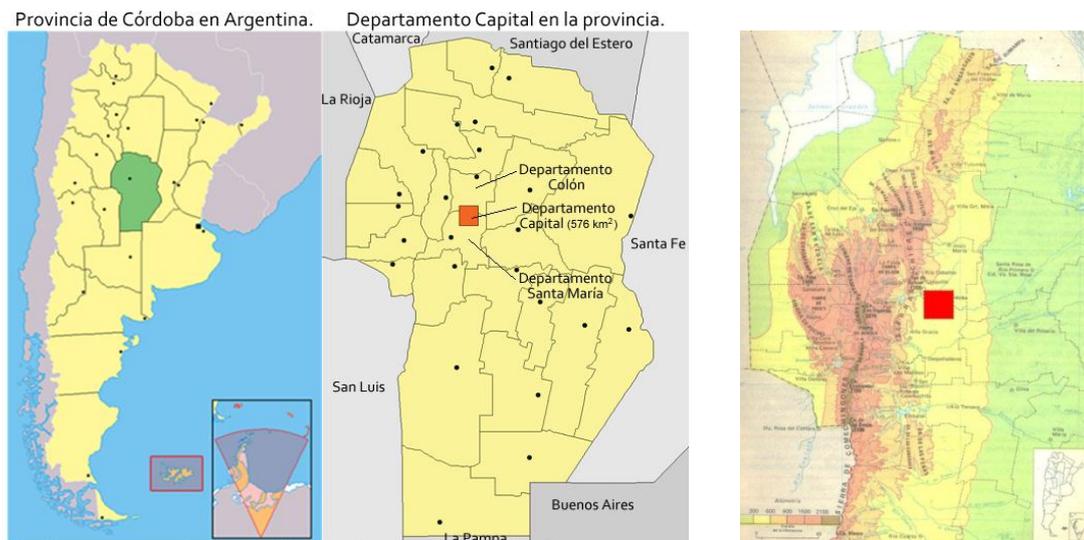
Monorrieles



Pila de combustible

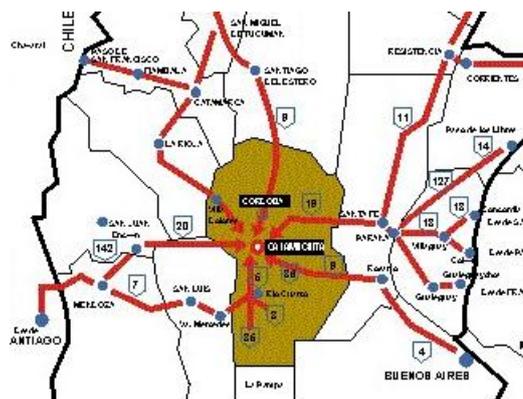
Capítulo 1: Ciudad de Córdoba

La ciudad de Córdoba está ubicada en el centro de la República Argentina, sobre el paralelo 32,5 latitud sur y el meridiano 64,2. Se sitúa en el pie de monte al este de las Sierras Pampeanas específicamente de las Sierras Chicas, en el borde la llanura pampeana, al este de la depresión periférica.⁵



Ubicación de Córdoba en la provincia y en la Argentina⁶

La ubicación de Córdoba dentro del país y de la región es estratégica, porque sirve de nexo entre distintas ciudades, provincias y países. Es por esto que una gran cantidad de rutas sirven de accesos a la ciudad.⁷



Accesos a la ciudad de Córdoba

⁵ EL RINCÓN DEL VAGO. *Ciudad de Córdoba*, Posición espacial de la ciudad, <<http://html.rincondelvago.com/cordoba-argentina.html>>, publicado Junio de 2004, (citado 04-07-2011)

⁶ WIKIPEDIA. *Archivo: Ubicación Córdoba2.png*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Ubicaci%C3%B3n_C%C3%B3rdoba_2.png>, publicado 13-05-2009, (citado 05-07-2011)

⁷ EL RINCÓN DEL VAGO. *Ciudad de Córdoba*, La ciudad del presente, <<http://html.rincondelvago.com/cordoba-argentina.html>>, publicado Junio de 2004, (citado 04-07-2011)

La capital presenta una forma redondeada con una extensión muy pronunciada hacia el noroeste, siguiendo el cauce del río Suquía, sobre la margen izquierda. Se extiende aproximadamente con la misma extensión a ambos lados del río, excepto en la zona noroeste.

Los límites jurídicos de la ciudad están delimitados por el ejido municipal, una línea imaginaria que delimita el área de jurisdicción de la capital. El ejido municipal es un rectángulo de 24 km por 24 km, con 102 km de perímetro y 576 km² de superficie.⁸ Sus límites están aproximadamente a 12 km de la plaza San Martín, ubicada en el centro de la ciudad.



Mapa con línea imaginaria que delimita el área de jurisdicción de la capital de Córdoba⁹

Mapa en donde se percibe una pronunciada extensión en el noroeste.¹⁰

El siguiente fragmento refleja las características generales de la ciudad:

Cuando se llega a Córdoba desde cualquier punto es fácil advertir los signos que revelan la cercana presencia de un gran centro urbano, dinámico y complejo, presentado por el viajero en la diversidad del tránsito, en la multiplicación de las parcelas intensamente trabajadas, en el número creciente de fábricas y comercios sobre la ruta, en los letreros que se anticipan a recibirlo, envuelto todo en un ritmo que parece acelerar ante la proximidad de la llegada.

Después de atravesar extensos suburbios y de cruzar por barrios dilatados y rumorosos, se desciende por rápidos planos inclinados, hasta que la ciudad se ofrece a la vista, de súbito pero entera: surgiendo de una ancha hondonada se alzan confundidos los perfiles de altos bloques de viviendas, torres, campanarios y algunas masas arbóreas que ponen su nota

⁸ EL RINCÓN DEL VAGO. *Ciudad de Córdoba*, La ciudad del presente, <<http://html.rincondelvago.com/cordoba-argentina.html>>, publicado Junio de 2004, (citado 04-07-2011)

⁹ WIKIPEDIA. *Archivo: Ubicación Córdoba2.png*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Ubicaci%C3%B3n_C%C3%B3rdoba_2.png>, publicado 13-05-2009, (citado 05-07-2011)

¹⁰ RESERVAS.NET. *Plano de Córdoba*, <http://www.reservas.net/alojamiento_hoteles/cordoba_mapasplanos.htm>, Copyright 2011, (citado 05-07-2011)

verde u oscura en el conjunto, o que se empinan sobre barrancas en gran parte suavizadas por la mano del hombre.

La ciudad se abre como un ancho embudo, y desde el centro marcado por la cinta sinuosa del río, los barrios trepan hacia los bordes, hasta tramontar las barrancas y perderse en la horizontal de la llanura circundante. Enmarcando el conjunto por el Oeste, tiéndase el muro azul de la serranía próxima.

En la periferia de la ciudad se desarrollan principalmente la actividad industrial, la producción agropecuaria y las áreas residenciales: tanto de alto nivel social (suburbios y barrios cerrados), como de bajo o medio nivel adquisitivo (barrios industriales generalmente contruidos en plan de vivienda), o como de indigencia ("villas miseria" o de "emergencia").

Entre el centro de la ciudad y los barrios altos existe una diferencia de más de treinta metros, lo que contribuye, juntamente con los accidentes del río, la Cañada y las barrancas, a una gran diversidad en cuanto a las orientaciones, ya que los barrios se escalonan en diferentes niveles y además se articulan entre sí o con el centro por calles y avenidas de dirección cambiante.

Al penetrar en las zonas densas del núcleo urbano, se experimenta la certidumbre de hallarse en una gran ciudad de fuerte acento personal, al que contribuye la alternancia de notas tradicionales y modernas. Y, aunque predominan estas últimas, todavía quedan grandes rastros de la ciudad colonial que era córdoba, ya sea en antiguas casas o en sus iglesias y templos en el Centro Histórico.

Bulle en la ciudad una actividad que se renueva durante todas las horas del día, y que toma nuevas formas por la noche. Durante el día, en la zona del centro circula una continua corriente de peatones; y durante la noche cobran gran actividad los bares, restaurantes y boliches ubicados en zonas específicas de la ciudad.

En la ciudad son características las actividades del ambiente universitario, de la vida forense y del proletariado industrial, para configurar un cuadro de rara complejidad, muy distinto al de otras ciudades del interior argentino, y muy significativo para ponderar en sus peculiares dimensiones la personalidad política de esta gran capital de provincia (...) ¹¹

1.1 Reseña histórica

La ciudad de Córdoba de la Nueva Andalucía, como fue llamada por su fundador Don Jerónimo Luis de Cabrera, fue fundada el 6 de Julio de 1573 en las proximidades del asentamiento indígena de Quisquisacate, sobre la margen norte del río que los aborígenes llamaban Suquía, y que Cabrera bautizó como Río de San Juan (actual Río Primero). Desde entonces, alentó el propósito de su traslado a la margen sur del río, que estaba ocupada por indígenas.

¹¹ EL RINCÓN DEL VAGO. *La ciudad por dentro*, <<http://html.rincondelvago.com/cordoba-argentina.html>>, publicado Junio de 2004, (citado 05-07-2011)

El 17 de julio, Cabrera llegó a las ruinas del fuerte de Gaboto, sobre el Paraná. Cabrera re-fundó dicho fuerte con el nombre de Puerto de San Luis de Córdoba, pero allí se topó con la contraria voluntad de Don Juan de Garay. Después de esto, Cabrera vuelve a Córdoba, explorando a su paso la región que conformara luego la provincia de Córdoba.



Estatua del fundador de la ciudad de Córdoba, Don Jerónimo Luis de Cabrera¹²

En Marzo de 1574 el fundador español, dispuso el traslado de la ciudad, a su asiento definitivo a un cuarto de legua del primer asentamiento, de la otra margen del río. Este traslado se debía a la dificultad en el abastecimiento de agua a la ciudad, que se encontraba sobre la barranca más alta del río en esa zona, y no era posible construir acequias.

En cambio, en la nueva ubicación, apenas después de la primera barranca del río, una barranca baja y en proximidades de un arroyo (la cañada), la construcción de acequias era más fácil, sumado a que algunas de éstas ya estaban construidas por los indígenas que habían habitado el lugar. Sin embargo, en el nuevo lugar de emplazamiento de la ciudad, las inundaciones eran mucho más frecuentes, por encontrarse en un sitio más bajo y rodeado por el río y un arroyo.

En el mismo mes en que Cabrera resolvió trasladar la ciudad, llegó a Córdoba un nuevo gobernador proveniente del Tucumán, Don Gonzalo de Abreu, quien tomó prisionero al fundador y lo remitió a Santiago del Estero, donde lo hizo ejecutar.

Abreu tomó el poder de la ciudad y, aunque se resistió al traslado de la misma, éste finalmente se produjo por la presión de los cabildantes cuatro años después de la fundación.

Una vez que la ciudad fue trasladada, se dispusieron medidas de carácter urbanístico:

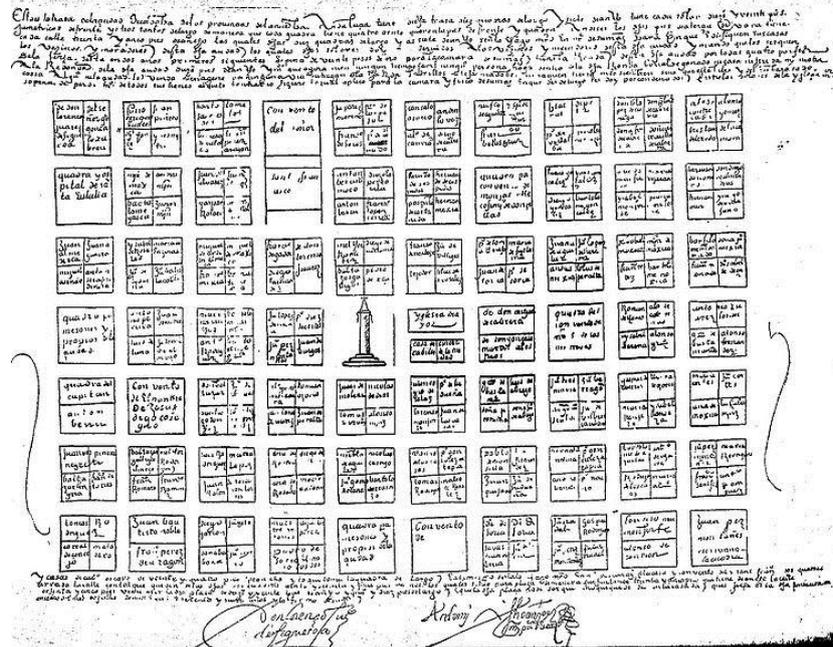
- Trazado de la misma.
- Distribución de solares (terreno que reúne las condiciones mínimas para ser edificado)
- Orden de cercar los mismos en el plazo de 2 años
- Prohibición de siembras o vender en el perímetro destinado a ronda de la ciudad.

Abreu le encargó, entonces, a Juárez de Figueroa la nueva traza de la ciudad, dejando de lado, la efectuada por Cabrera. Esta traza constituyó el primer plano efectivo de la ciudad de Córdoba. Es un damero rectangular de diez manzanas de este a oeste, por siete manzanas de norte a sur.

Desde la fundación hasta mediados del siglo XIX, Córdoba, no experimentó un fuerte crecimiento territorial.¹³

¹² WIKIPEDIA. Archivo: Estatua de Cabrera, detalle.JPG, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Estatua_de_Cabrera,_detalle.JPG>, publicado 25-01-2009, (citado 05-07-2011)

¹³ EL RINCÓN DEL VAGO. Ciudad de Córdoba, Fundación, <<http://html.rincondelvago.com/cordoba-argentina.html>>, publicado Junio de 2004, (citado 04-07-2011)



Primer trazado de la ciudad (1577), por don Lorenzo Suárez de Figueroa¹⁴

El siguiente fragmento complementa lo que fue el crecimiento de Córdoba y es extraído del libro *Historia de los barrios de Córdoba*, de Efraín U. Bischoff:

Después de la fundación de la ciudad y de su crecimiento inicial impulsado por sus fundadores para dotar de población a la misma, Córdoba no experimentó un gran crecimiento hasta mucho tiempo después; estaba apretada entre la cañada por el oeste; los barrancones del sur; el río por el norte y por el este, la misma corriente del Suquía. Incluso, la ciudad tardó en alcanzar tales meridianos con facilidad. Algunos gobiernos instaron para que ello ocurriera, pero no siempre con fortuna.

Todo confirma que durante tres siglos, Córdoba habíase quedado quieta en su planta inicial. Cuando llegó el momento de avanzar sobre los terrenos de las cercanías, a pesar de la buena voluntad de los iniciadores, no hubo planificación para el futuro de ese emprendimiento. Tampoco lo exigían las modalidades urbanísticas de esa época. Córdoba, como en otros lados, se dejó hacer.

Apetencias de loteadores con buena visión neutralizaron toda tentativa particular para metodizar el crecimiento. Impusieron aquellos sus normas. Con el crecimiento de la ciudad el "Gran Córdoba" ya estaba en la realidad. Preciso era darle legalidad como advirtió Terzaga, en 1963, debida tenderse a zonificar el conjunto de acuerdo a las modalidades de producción y viviendas, a crear nuevas direcciones racionales al tránsito, para evitar la congestión céntrica, a reglamentar el buen uso comunal de la propiedad inmobiliaria y de la edificación, y a crear núcleos vecinales dotados de suficiente autonomía, además de muchas otra previsiones vinculadas a aspectos parciales de este gran problema.

¹⁴ WIKIPEDIA. Archivo: *Primera traza de Córdoba.jpg*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Primera_traza_de_C%C3%B3rdoba.jpg>, publicado 02-08-2008, (citado 05-07-2011)

Los múltiples elementos aportados por el crecimiento de la capital cordobesa y no sistematizados, provocaron a su vez nuevos problemas. La intromisión del automóvil llegó en la década del '50 a proponer pautas en el crecimiento de notoria trascendencia en la aparición y crecimiento de los barrios. No debe olvidarse el flujo de los recorridos de transporte urbano de pasajeros, el cual depende y es condicionado por el trazado urbano y las zonas de la ciudad.

Coadyuvante en la propuesta de resolver no pocas de las cuestiones originadas en el crecimiento, por momentos turbulentos, de la capital cordobesa, fue el proyecto de una avenida de circunvalación (...) La finalidad principal es la del descongestionamiento de tránsito de la zona central y también de las periféricas, desplazamiento vehicular de las rutas nacionales y de la Panamericana y fuera del ejido de la ciudad, con la inmediata de creación de pequeños polos de desarrollo en las cercanías de esa arteria.

Con respecto a la creación de nuevos barrios como influencia de esa vía de desplazamiento rápido hemos aludido a la conformación de núcleos poblacionales que han ido adquiriendo envergadura a lo largo de los años. La finalidad principal de promoción de dichos barrios es la de erradicar a los villeros ubicados en la traza de la avenida de circunvalación o la de crear barrios industriales.

La marcada tendencia de crecimiento hacia el sector Noroeste creó serios problemas de accesibilidad al centro, lo que sumado al poder adquisitivo de los asentamientos barriales, dio origen al nacimiento de nuevos sectores.

Luego vinieron las adopciones de variados planes correctivos de las deformaciones en el avance de la ciudad o de anticipos precaucionales para evitar deslizarse en nuevos inconvenientes. Los recursos puestos en la ejecución fueron muchos de ellos de singular importancia, pero la capital cordobesa no siempre atendió a las directivas, favorecida por los continuos cambios de autoridades, en tanto que la expansión de la ciudad era incontenible.¹⁵

1.2 Demografía

Córdoba es la ciudad más poblada del país después de Buenos Aires, con una población de 1.329.604 habitantes (según el Censo Nacional 2010), representando un aumento del 3,5% respecto a los 1.284.582 habitantes registrados durante el Censo Nacional 2001.

Representa el 40,18% de la población provincial (3.308.876 habitantes) y el 3,31% de la nacional (40.117.096 habitantes). Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) la tasa de crecimiento intercensal viene decayendo desde 1980, cuando el registro marcaba un crecimiento de un 18,8%. Después, en el censo de 2001, fue de 8,92% y en el censo de 2010 los indicadores muestran un aumento de solo 3,5%, lo que significa que Córdoba crece a tasa decreciente. La densidad poblacional es de 2.308,3 habitantes por km².

La población cordobesa es un ejemplo típico de la composición demográfica de la región central del país: tras el periodo colonial y tras la segunda mitad de siglo XIX dejó de estar compuesta casi exclusivamente por criollos con orígenes españoles e indígenas para pasar a estar predominantemente poblada por inmigrantes procedentes de Europa, por este motivo

¹⁵ BISCHOFF, Efraín U. *Historia de los barrios de Córdoba*. Copiar, 4ta ed.1997, tomo I y II

actualmente la inmensa mayoría de la población de la ciudad está compuesta por argentinos descendientes de italianos y españoles.¹⁶

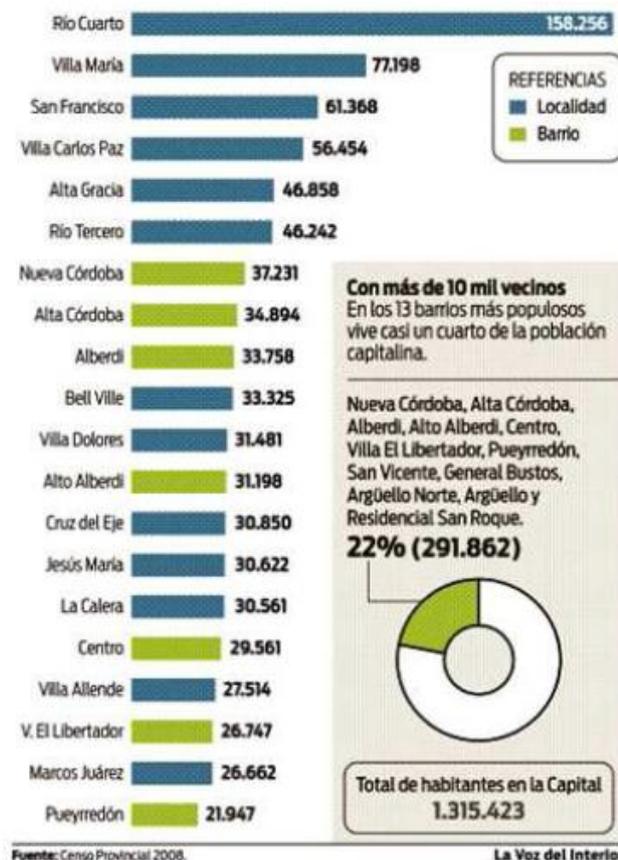
La ciudad de Córdoba se puede considerar como una ciudad que engloba ciudades. Según los datos del Censo Provincial de 2008, recientemente publicados por la Dirección de Estadística de Córdoba, los barrios Nueva Córdoba, Alta Córdoba y Alberdi superan los 33 mil habitantes.

El caso de Nueva Córdoba suma además que posee apenas 123 hectáreas, por lo que la densidad de población es de 30 mil habitantes por kilómetro cuadrado. En Capital Federal, la densidad es de 14.312 por kilómetro cuadrado.

El impresionante crecimiento inmobiliario de Nueva Córdoba tiene su correlato en su crecimiento poblacional. Los centenares de torres de departamentos que remplazaron las viviendas familiares provocaron que la población aumentara un 27% en siete años. Y respecto del censo de 1991, un 45%. Los 37 mil habitantes viven en 20.400 hogares.

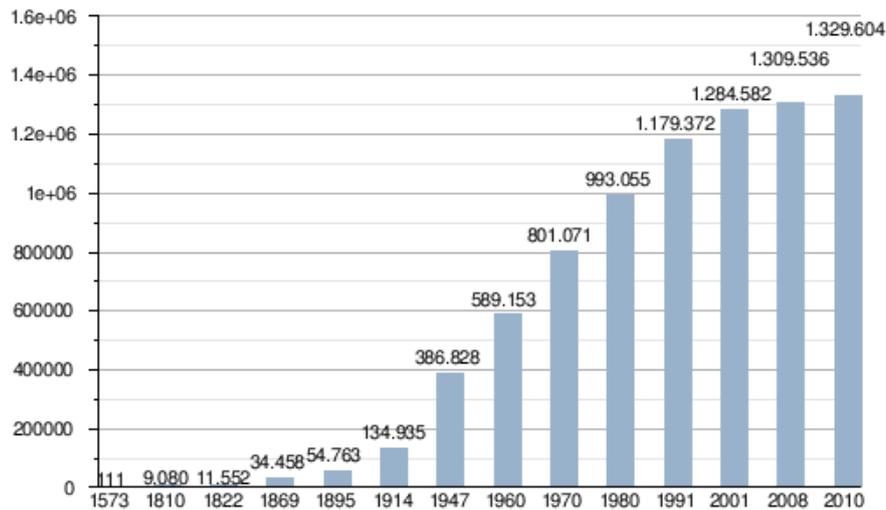
No obstante, ese ritmo se desaceleró en los últimos tres años debido a que quedan muy pocos lugares donde construir torres de departamentos y, además, son muy caros. Se presume que la tasa entre 2008 y 2010 (último censo nacional) bajará sensiblemente.

Nueva Córdoba también es único en cuanto a su población. La mayoría son estudiantes que vienen del interior provincial o de otras provincias, que lo eligen por su ubicación estratégica entre el Centro y la Ciudad Universitaria. Otro distintivo es que muchos de sus vecinos en esta época del año regresan a sus lugares de origen, lo convierten en un lugar con un ritmo muy diferente al que se vive entre febrero y la primera quincena de diciembre.¹⁷

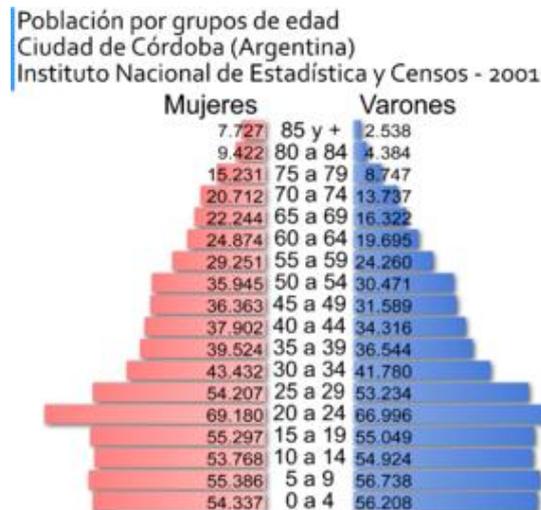


¹⁶ WIKIPEDIA. *Demografía de la ciudad de Córdoba*, <[http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa_de_la_Ciudad_de_C%C3%B3rdoba_\(Argentina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa_de_la_Ciudad_de_C%C3%B3rdoba_(Argentina))>, última modificación 03-09-2011, (citado 25-10-2011)

¹⁷ MARCONETTI, Diego. *Barrio Nueva Córdoba, la "octava ciudad"*, <<http://www.lavoz.com.ar/barrio-alta-cordoba/barrio-nueva-cordoba-octava-ciudad>>, publicado 27-12-2011, (citado 04-01-2012)



Crecimiento poblacional desde 1573



Pirámide poblacional obtenida durante el censo 2001

1.3 Clima

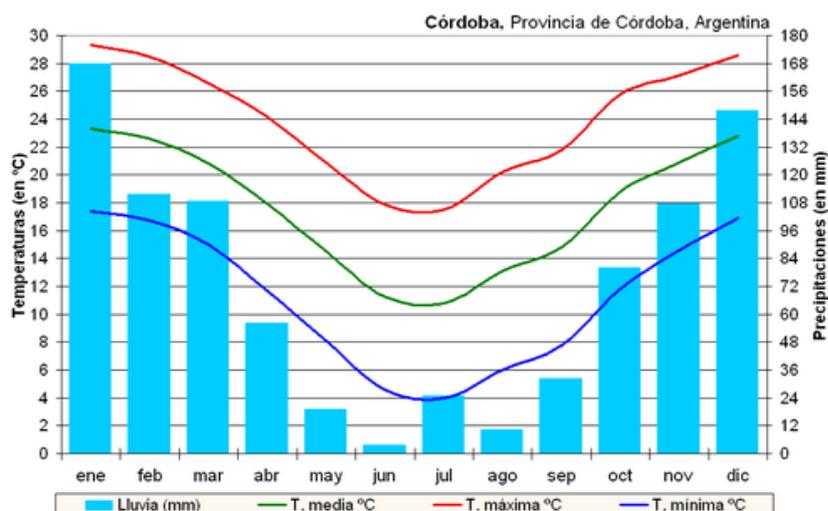
El apartado correspondiente al clima está basado sobre el artículo disponible en la web de Wikipedia, *Córdoba (Argentina)*, el cual ha sido consultado y se han comprobado los orígenes de dichas fuentes.¹⁸

Pese a su latitud, el clima de la ciudad de Córdoba, como el de la mayor parte de la provincia, es templado moderado con las cuatro estaciones bien definidas. En términos generales el clima es pampeano, de inviernos no muy fríos y poco lluviosos. Los veranos son húmedos, con días calurosos y noches frescas. Los vientos del este y del oeste son raros, de corta duración y poca intensidad. En primavera soplan con fuerza creciente principalmente del norte y el noroeste a

¹⁸ WIKIPEDIA. *Córdoba (Argentina)*, Clima, <[http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3rdoba_\(Argentina\)#cite_note-3](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3rdoba_(Argentina)#cite_note-3)>, última modificación 07-07-2011, (citado 08-07-2011)

medida que un centro de depresión ciclónica se define en el frente polar. En el verano frecuentemente se producen tormentas eléctricas e incluso granizo.¹⁹

Factores para que la temperatura sea en promedio más fresca que en otros sitios del planeta a latitudes semejantes son: la altitud y, sobre todo, el ubicarse la provincia en la diagonal eólica de los vientos pamperos, vientos fríos que soplan desde el cuadrante sudoeste, originados en la Antártida. Por otra parte, dada la mediterraneidad, las variaciones o amplitudes térmicas son mayores que en la costa atlántica, siendo además menor la precipitación anual, de alrededor de 800 mm/año. La temperatura media anual ponderada en todo el siglo XX fue de 18 °C. En enero, el mes más cálido del verano austral, la máxima media es de 31 °C y la mínima de 17 °C. En julio, el mes de más frío, las temperaturas medias son de 19 °C de máxima y 4 °C de mínima. Aún en invierno son frecuentes días algo cálidos, debido a la influencia del viento Zonda.²⁰ Las nevadas son poco frecuentes, las últimas se registraron en 1984, 2007 y 2009.^{21 22} Por su parte, los tornados si bien son un evento climático poco común en esta zona del planeta, también se han registrado, como el de 2003.²³ La velocidad media anual del viento oscila alrededor de los 10 km/h y los mayores valores corresponden a los meses de primavera y los menores a los invernales.²⁴ (Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima entre los 10 y 14,4 km/h y que no supere los 90 km/h)



¹⁹ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *La ciudad, datos generales*, <http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/default.asp?ir=8_10>, publicado 29-08-2005, (citado 08-08-2011)

²⁰ CAPITANELLI, Ricardo G. *El clima de Córdoba - Descripción y consulta on line*, <<http://www.dayanabarrionuevo.com/el-clima-de-cordoba-descripcion-y-consulta-on-line/>>, publicado 12-10-2008, (citado 08-07-2011)

²¹ LA VOZ.COM.AR. *Histórica nevada en la Capital*, <http://archivo.lavoz.com.ar/07/07/09/secciones/sociedad/nota.asp?Inicio=1&Pagina=7¬a_id=88961>, publicado 09-07-2007, (citado 09-07-2011)

²² LA VOZ.COM.AR. *El show de la nieve está de regreso en Córdoba*, <http://archivo.lavoz.com.ar/09/07/22/nota.asp?Pagina=19&Inicio=16¬a_id=536114>, publicado 22-07-2009, (citado 09-07-2011)

²³ PÁGINA/12. *Violento tornado en Córdoba*, <<http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-29792-2003-12-27.html>>, publicado 27-12-2003, (citado 09-07-2011)

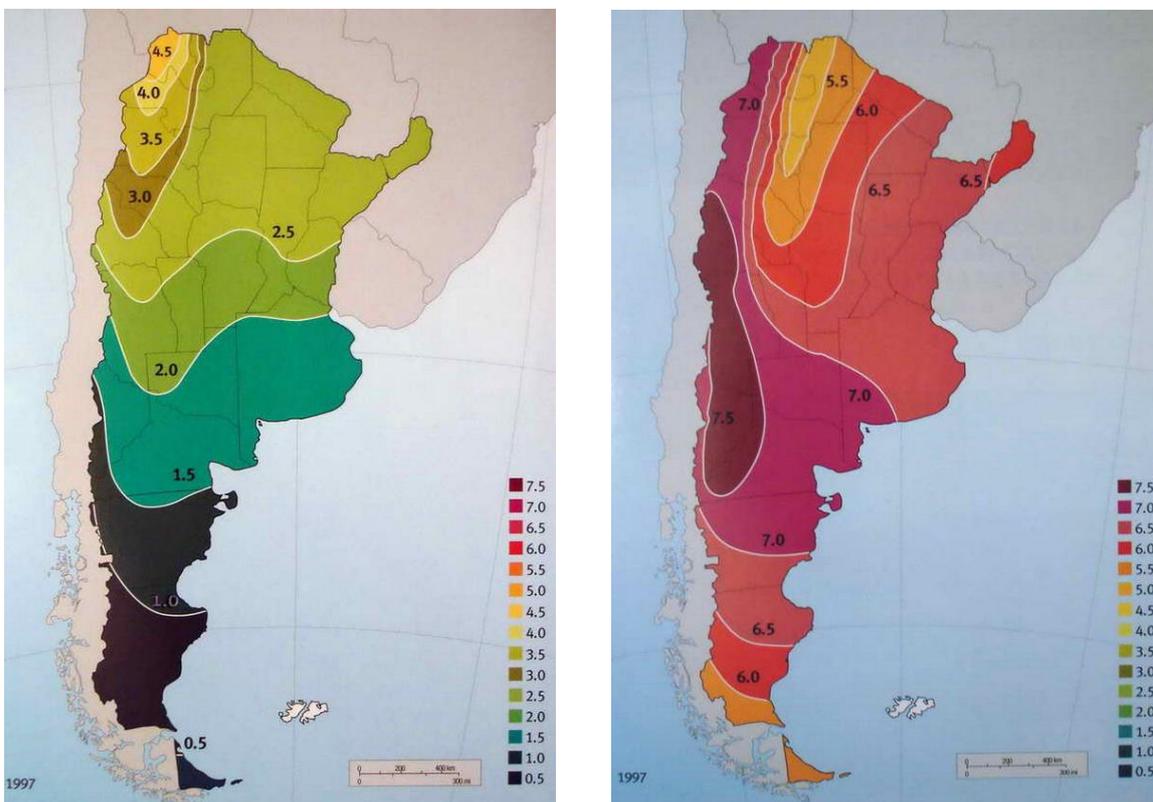
²⁴ PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR MINERO ARGENTINO. *Provincia de Córdoba - Clima y meteorología*, <<http://www.mineria.gov.ar/estudios/irn/cordoba/x-2.asp>>, s.f., (citado 18-10-2011)

Dada la extensión del conurbado, existe una diferencia de 5 °C ó más entre el área céntrica y la periferia. El área céntrica, densamente edificada y ubicada en una depresión, es el núcleo de una importante isla de calor (dificultad de la disipación del calor durante las horas nocturnas). Además presenta fenómenos de smog.

1.4 Irradiación solar

La preocupación por la degradación medio ambiental y la conveniencia de disminuir la dependencia energética de suministros convencionales son factores que influyen decididamente sobre las políticas energéticas a la hora de fomentar la investigación, el desarrollo y las aplicaciones de las energías renovables.²⁵ Con referencia a estas últimas, la energía solar es un recurso que no se puede pasar por alto.

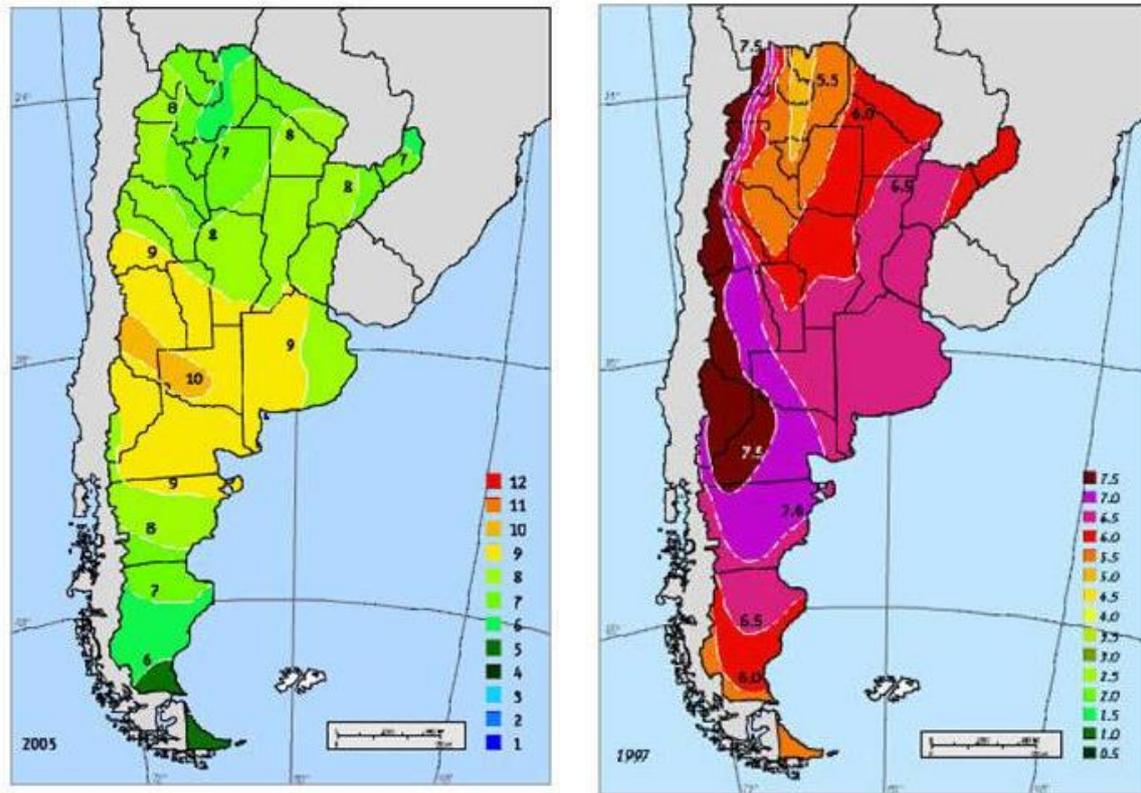
La provincia de Córdoba, más precisamente su capital tiene una radiación solar anual media, en comparación con el resto de las provincias de la Argentina, lo cual se puede ver reflejado en los mapas extraídos de la Universidad de Luján²⁶:



Radiación solar (kWh/M^2) del mes de Junio y del mes de Diciembre, en los cuales se dan los valores extremos en la provincia de Córdoba.

²⁵ INNOVAR. *Dimensionamiento*, <<http://www.innovarsrl.com.ar/Dimensionamiento.htm>>, Copyright 2005, (citado 30-09-2011)

²⁶ UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN. *Atlas de Energía solar de la República Argentina*, <<http://www.gersol.unlu.edu.ar/pagina3.htm>>, s.f. (citado 30-09-2011)



Distribución espacial del promedio de la heliofanía efectiva en horas, mes de Julio y Enero

1.5 Arquitectura

Cuando en el diseño se busca aportar una cualidad de reminiscencia de un lugar determinado, muchas veces se tienen en cuenta aspectos de la arquitectura del lugar, como consecuencia, en nuestro caso no podemos dejar de lado la arquitectura de la ciudad de Córdoba. Artículo basado en *Córdoba (Argentina)*, disponible en Wikipedia.²⁷

Córdoba tiene un área céntrica muy poblada en edificios, más de cien calificados como "altos"²⁸ En el oeste, noroeste y sur la edificación en altura comienza a ser habitual. La arquitectura de los edificios céntricos y en especial los de barrio Nueva Córdoba, se caracteriza por el terminado en ladrillo visto, estilo muy particular de la arquitectura cordobesa implantando por el arquitecto José Ignacio Díaz.

La ciudad preserva numerosos monumentos históricos de la época colonial, especialmente relacionados con la Iglesia Católica, por la cual también ha recibido el apodo de "La ciudad de las campanas"

²⁷ WIKIPEDIA. *Córdoba (Argentina)*, Paisaje urbano, Arquitectura, <[http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3rdoba_\(Argentina\)#cite_note-3](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3rdoba_(Argentina)#cite_note-3)>, última modificación 11-07-2011, (citado 12-07-2011)

²⁸ EMPORIS. *Córdoba*, High-rise Buildings (all), <<http://www.emporis.com/en/wm/ci/bu/sk/li/?id=101050&bt=2&ht=2&sro=0>>, Copyright 2000-2011, (citado 12-07-2011)

El centro histórico, está conformado por manzanas cuadrangulares de unos ciento treinta metros de lado. La disposición de los barrios y avenidas principales es radial, es decir, del centro de la ciudad nacen las avenidas que llevan a los barrios más periféricos. Conforme al crecimiento demográfico, Córdoba se ha expandido principalmente al noroeste y al sudeste, siguiendo el recorrido de la Ruta Nacional N°9.

Los edificios de Córdoba, si bien están alcanzando de 22 a 25 pisos, la mayoría no supera los 17. Una de las limitaciones es que existe una ordenanza en la cual se establece que no puede superarse los 90 metros de altura. Otro estilo muy común en Córdoba, en las construcciones antiguas, es el francés (bellepoquiano). En toda el área céntrica pueden verse con sus características adornos y cúpulas. En los barrios Nueva Córdoba y Güemes también son comunes las casonas del estilo Art Decó y Art Nouveau.



*Estilos arquitectónicos de Córdoba*²⁹

1.6 Tránsito de la ciudad

Tanto la Región Metropolitana Córdoba en su conjunto (conformada por las ciudades satélites), como la ciudad de Córdoba en particular, presentan una marcada centralidad física y funcional, con los principales corredores de estructuración vial convergentes hacia el núcleo central de la ciudad y dentro de ésta hacia su área central.³⁰

Transitar por las calles del centro de la ciudad de Córdoba, es imposible. De lunes a viernes entre las 7 y las 9, de 11 a 14, y de 19 a 20 horas el microcentro e importantes avenidas se ven colapsadas, si bien existen horarios con menor frecuencia de vehículos, las calles siempre están muy cargadas. Nueva Córdoba es uno de los barrios que más sufre el constante problema del tránsito. Habitualmente en las principales avenidas cercanas al centro, el tránsito oscila los 3.000 vehículos por hora. Este fenómeno se da especialmente en la zona sur de la ciudad, en Nueva Córdoba y en barrios aledaños.

Entre las principales causas de los embotellamientos se encuentra el crecimiento urbanístico e inmobiliario desmedido que ha sufrido esta zona en los últimos años. El tránsito, de alguna u otra forma, marca el crecimiento de ciertos sectores de la ciudad, fruto de los desarrollos inmobiliarios.

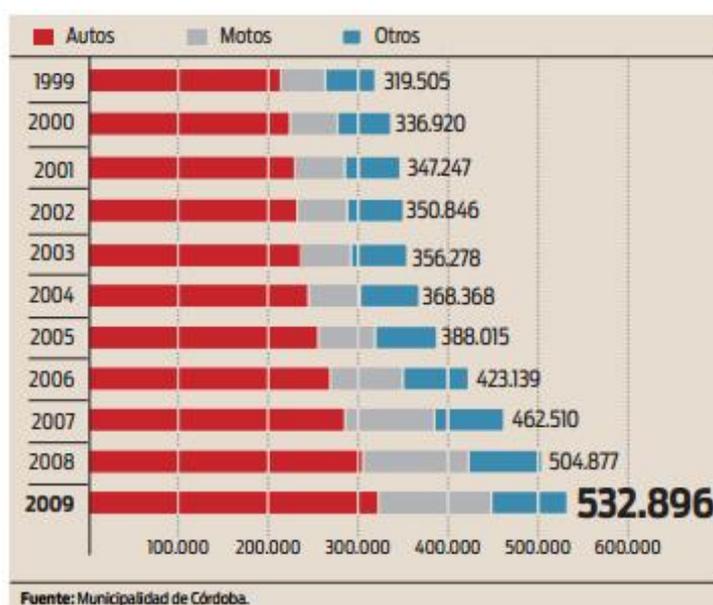
²⁹ WIKIPEDIA. Archivo: Montaje de estilos arquitectónicos en Córdoba (Argentina).png, <[http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Montaje_de_estilos_arquitect%C3%B3nicos_en_C%C3%B3rdoba_\(Argentina\).png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Montaje_de_estilos_arquitect%C3%B3nicos_en_C%C3%B3rdoba_(Argentina).png)>, publicado 01-04-2010, (citado 12-07-2011)

³⁰ ACCASTELLO, Eduardo Luis. Declaración de interés nacional la construcción de un tren subterráneo en la ciudad de Córdoba y medidas conexas, <<http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&numexp=5647-D-2006>>, publicado 26-09-2006, (citado 24-07-2011)

Así, en algunas zonas, como es el caso de Nueva Córdoba, los emprendimientos inmobiliarios se multiplican a ritmos vertiginosos y donde antes vivía una familia, ahora viven decenas de ellas en edificios de varios pisos. Todas esas personas cuentan con una cochera en donde guardan sus automóviles y día a día los sacan a la calle para movilizarse.

Sumado a esto, el crecimiento demográfico general de Córdoba provoca que la ciudad se extienda cada vez más en superficie y, por lo tanto, muchos ciudadanos que viven en las afueras de Córdoba se trasladan diariamente al centro y alrededores donde están sus oficinas de trabajo. La consecuencia más inmediata es el notable aumento en el flujo vehicular en horas pico, fundamentalmente a las 8 y a las 18.

La situación económica es otro factor que influye en el movimiento del tránsito. Cuando se trata de períodos de explosión económica, la misma está acompañada por un crecimiento automotor y eso se ve reflejado en los volúmenes de circulación de tráfico.³¹ El parque automotor creció un 66% desde 1999. Con relación al tipo de vehículo, los autos se duplicaron y las motos se triplicaron pero las calles siguen siendo las mismas.³², así lo reflejan los datos relevados en el año 2009:



Evolución del parque automotor³³

Con el paso del tiempo este problema se sigue agravando, ya que la cantidad de vehículos que transitan por el microcentro sigue aumentando. Según datos de la Municipalidad de Córdoba, en 2010 el parque automotor total llegó a 578.139 vehículos, 45.243 más que el año anterior, representando un incremento anual del 7,55%. El Censo 2010 informa que Córdoba ciudad tiene 1,33 millones de habitantes. La relación es de 2,3 habitantes por vehículo, siendo la misma muy alta

³¹ BALLARATI, Lucía. *Tránsito lento, muy lento*, <<http://www.cupmultimedia.com.ar/?p=6425>>, publicado 02-05-2011, (citado 02-11-2011)

³² LEONELLI MOREY, Laura. *Acceder al centro, es casi imposible en las horas pico*, <<http://www.lavoz.com.ar/acceder-al-centro-casi-imposible-en-las-horas-pico>>, publicado 12-09-2010, (citado 12-07-2011)

³³ LA VOZ DEL INTERIOR. *Evolución del parque automotor*, <<http://archivo.lavoz.com.ar/anexos/Informe/09/8306.pdf>>, publicado 07-12-2009, (citado 12-07-2011)

para una ciudad que hace décadas que no toma soluciones con respecto al tránsito. Hasta el momento en 2011, se estima que el parque automotor es de 582.296 unidades.³⁴

El especialista en tránsito Horacio Botta Bernaus opinó que: *"Córdoba tiene una buena motorización en términos porcentuales, favorecida por el deterioro del transporte público"*. El crecimiento de la tasa de motorización y el mayor uso del automóvil son factores que inciden para que el tránsito en la ciudad se torne complicado.³⁵

El municipio capitalino, durante la semana del 15 al 23 de abril de 2010, realizó un relevamiento en 18 calles y detalló cuales son las más transitadas, publicando los siguientes números:

- 1- Avenida Colón, tramo entre Tucumán y Avenida General Paz: 482.437 vehículos,
- 2- Bulevar Chacabuco, tramo entre Rondeau y Bulevar Illia: 286.622 vehículos.
- 3- Bulevar San Juan, tramo entre Ayacucho y Marcelo T. de Alvear: 241.000 vehículos,
- 4- Marcelo T. de Alvear, tramo entre Caseros y 27 de Abril: 235.000 vehículos,
- 5- Avenida Castro Barros, desde Obispo Clara hacia Brandsen: 220.000 vehículos.³⁶

Ver apéndice, mapa 1, calles más transitadas de la ciudad de Córdoba (Año 2010)

Para reflejar esta situación, se muestran algunas imágenes del tránsito en las calles en horarios pico.



Tanto en horarios del día y en la noche, las calles de la ciudad de Córdoba siempre están congestionadas.

En estos últimos años se han propuesto múltiples soluciones para la congestión de las calles. La redactora del diario La Voz del Interior Laura Leonelli, afirma que para mejorar la circulación, se debería hacer hincapié en al menos en tres grandes ítems, el control municipal de los infractores, obras viales (como nudos, ensanchamientos de calles) y mejoramiento del transporte público. También agrega que: *"(...) el mal servicio de los colectivos, el sueño incumplido de un subterráneo y el fracaso del ferrourbano hacen que más personas se vuelquen al auto particular para acceder al centro"*

Por otra parte, el Colegio de Ingenieros de Córdoba, la Fundación Jerónimo y la Fundación Funepsi plantean como posible solución, la coordinación de los servicios recurriendo a la complementariedad, es decir, con opciones de recorridos de menor distancia; que los ómnibus

³⁴ LA VOZ. *Acara mantiene estimación de 850 mil patentamientos*, <<http://www.lavoz.com.ar/noticias/negocios/acara-mantiene-estimacion-850-mil-patentamientos>>, publicado 03-11-2011, (citado 03-11-2011)

³⁵ PANDOLFI, Germán. *En 10 años, 67% más de autos para las mismas calles*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/en-10-anos-67-mas-de-autos-para-las-mismas-calles>>, publicado 24-01-2011, (citado 13-07-2011)

³⁶ LEONELLI MOREY, Laura. *Acceder al centro, es casi imposible en las horas pico*, <<http://www.lavoz.com.ar/acceder-al-centro-casi-imposible-en-las-horas-pico>>, publicado 12-09-2010, (citado 12-07-2011)

tengan la máxima capacidad y mayor frecuencia, y que puedan ser alimentados por vehículos de menor capacidad que realicen los recorridos periféricos con menor frecuencia y gran regularidad.³⁷ Para Jorge Galarraga, miembro del Instituto Superior de Ingeniería en Transporte (ISIT) de la UNC, para mitigar los problemas de tránsito hay que actuar de manera coordinada en varios sentidos, orientando el uso del suelo para reducir la longitud de los viajes. Cree que esto se lograría con descentralización, trabajos cercanos a los lugares de residencia, densificación y barrios que no queden aislados. Galarraga también opina que debe fomentarse el transporte público e invertir en infraestructura y operación del tránsito.

Por su parte, el especialista en transporte Carlos Funes piensa que deben buscarse cambios en el estacionamiento y restringir el ingreso de vehículos particulares al centro. Plantea que sería conveniente crear playas periféricas para que la gente deje su vehículo y utilice otro sistema de transporte no contaminante para ir al centro.³⁸

Hasta ahora se han planteado diferentes opiniones y soluciones para este problema, con lo cual se podría establecer que lo óptimo sería fomentar el transporte público de masas acompañados de acciones coordinadas en otros ámbitos, como la restricción del uso de automóvil privado en el microcentro, etc. Tendremos avanzar más en la temática para ver si surgen otras variables.

1.6.1 Centro de Control de Tránsito

A pesar del caos que se halla en las calles de la ciudad de Córdoba, existe una entidad que solventa en parte esta compleja problemática, el Centro de Control de Tránsito (CCT). El CCT fue creado entre 1995 y 1996 y funciona en el ámbito de la Dirección de Tránsito de la Municipalidad. Tiene la tarea de operar los semáforos de un área importante de la ciudad, que incluye aproximadamente 310 intersecciones. En 1998 fue ampliado y se incorporaron nuevos semáforos y ocho cámaras al circuito cerrado de televisión.

En la actualidad las cámaras son doce, posibilitando la realización de otras tareas complementarias orientadas fundamentalmente a optimizar la gestión del tránsito, tales como el análisis de flujos y la permanente actualización de los parámetros de funcionamiento.



Área monitoreada por el CCT en la ciudad de Córdoba.

El CCT se ocupa de la administración y operación del sistema del control de tránsito. Actualmente cuenta con un plantel compuesto por un ingeniero, dos analistas de la Dirección de Tránsito y tres

³⁷ MARCONETTI, Diego. *Las mismas calles, 66% más de vehículos*, <http://archivo.lavoz.com.ar/09/12/07/secciones/economia/nota.asp?nota_id=573878>, publicado 07-12-2009, (citado 13-07-2011)

³⁸ LA VOZ. *Qué acciones recomiendan para ordenar un poco más*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/que-acciones-recomiendan-para-ordenar-un-poco-mas>>, publicado 24-01-2011, (citado 13-07-2011)

operadores de la Policía Municipal. Cubre un horario de 7:00 a 23:00 horas, de lunes a viernes, y de 9:00 a 14:00 los sábados.

Además ofrece noticias actualizadas relativas al tránsito, las cuales se transmiten a los medios de comunicación. Algunos de esos datos son: calles congestionadas, vías alternativas, semáforos con fallas, tiempos de viaje entre diferentes puntos, eventuales accidentes u otros incidentes que afecten la circulación vehicular, desvíos de tránsito, cierre de calles, así como las imágenes de las cámaras de televisión.



Edificio donde desempeña las actividades el CCT³⁹

Este centro además, posee un sistema de circuito cerrado de televisión, que permite monitorear las condiciones de operación de los cruces más conflictivos de la ciudad. Al mismo tiempo detecta oportunamente incidentes o situaciones de congestión. También dispone de una red de estaciones de conteo automático de tránsito, localizadas en diferentes lugares de la ciudad y conectadas al sistema de control de tránsito. Para cada una de ellas es posible conocer las mediciones de tránsito registradas cada 5 minutos durante todo el día; de esta manera se realizan análisis y estimaciones de crecimiento de los flujos vehiculares.

Esto se complementa además con el sistema de prioridad para vehículos de emergencia, que permite en caso de un siniestro o emergencia, generar una onda de luces verdes por algunas rutas predefinidas.⁴⁰

1.6.2 Estadísticas de control y gestión de tránsito

El CCT perteneciente a la Dirección de Tránsito de la ciudad de Córdoba todos los años brinda un informe con gráficos y estadísticas reflejando la situación del tránsito, la cual se encuentra en la página oficial de la Municipalidad de Córdoba, y en esta oportunidad nos exhibe los datos relevados en 2007 y 2008.

³⁹ CLAUDIO. *Ciudades argentinas*, Mi Córdoba, <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=457864&page=13>>, posteadó 26-07-2007, (citado 12-07-2011), pp.13, post #255

⁴⁰ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Tránsito*, Centro de Control de Tránsito, <http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/default.asp?ir=15_12>, publicado 08-02-2007, (citado 12-07-2011)

1.6.2.1 Volúmenes medios diarios de tránsito (vehículos/día) - Año 2007⁴¹

ARTERIA	TRAMO	Enero 2007	Abril 2007	Julio 2007
Colón	Fragueiro a La Cañada	35.523	38.193	43.591
Illia	Ituzaingó a Chacabuco	s.d.	47.162	40.843
Vélez Sarsfield	Deán Funes a 27 de Abril	37.287	38.694	37.605
Chacabuco	Entre Ríos a San Jerónimo	28.337	29.350	37.111
Olmos	Alvear a Maipú	29.943	26.773	36.472

1.6.2.2 Volúmenes medios diarios de tránsito (vehículos/día) - Año 2008⁴²

ARTERIA	TRAMO	Abril 2008	Julio 2008	Octubre 2008
Humberto I	Jujuy a La Cañada	32.584	31.197	32.816
Chacabuco	Entre Ríos a San Jerónimo	32.138	30.008	30.027
La Cañada	Caseros a 27 de Abril	30.045	s.d.	29.731
Avellaneda	Santa Rosa a Colón	45.323	33.041	28.271
Vélez Sarsfield	F. Rivera a Pueyrredón	25.418	26.145	27.138

Lamentablemente no se puede hacer una comparación entre tablas, ya que se han tomado diferentes arterias y tramos en distintos meses, por lo cual hace un poco difícil sacar una conclusión definitiva ya que intervienen múltiples factores, a pesar de ello, es información relevante para saber cuáles son las calles como mayor congestión.

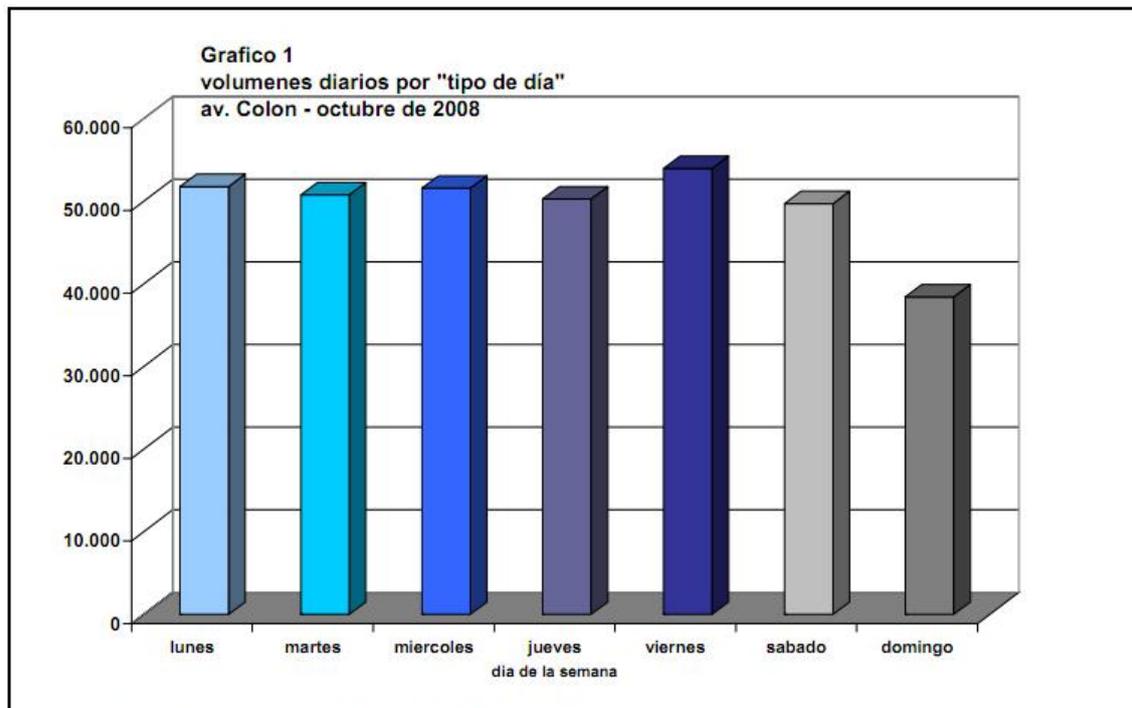
1.6.2.3 Variación diaria de volúmenes de tránsito

Una de las características destacadas de la demanda de tránsito es su variación temporal, tanto para cada día de la semana, como particularmente a lo largo de las 24 horas de un día determinado. No obstante, esas variaciones mantienen un patrón más o menos estable para los distintos días, hecho que permite programar el funcionamiento de los semáforos para adecuarlos a esa variación.

⁴¹ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Centro de control de tránsito, Estadísticas de control y gestión de tránsito, <http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/Docs/observatorio/guia07/CAPITULO2_07.pdf>, publicado en 2007, (citado 12-07-2011), cap.II, pp. 67

⁴² MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Centro de control de tránsito, Estadísticas de control y gestión de tránsito, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 74

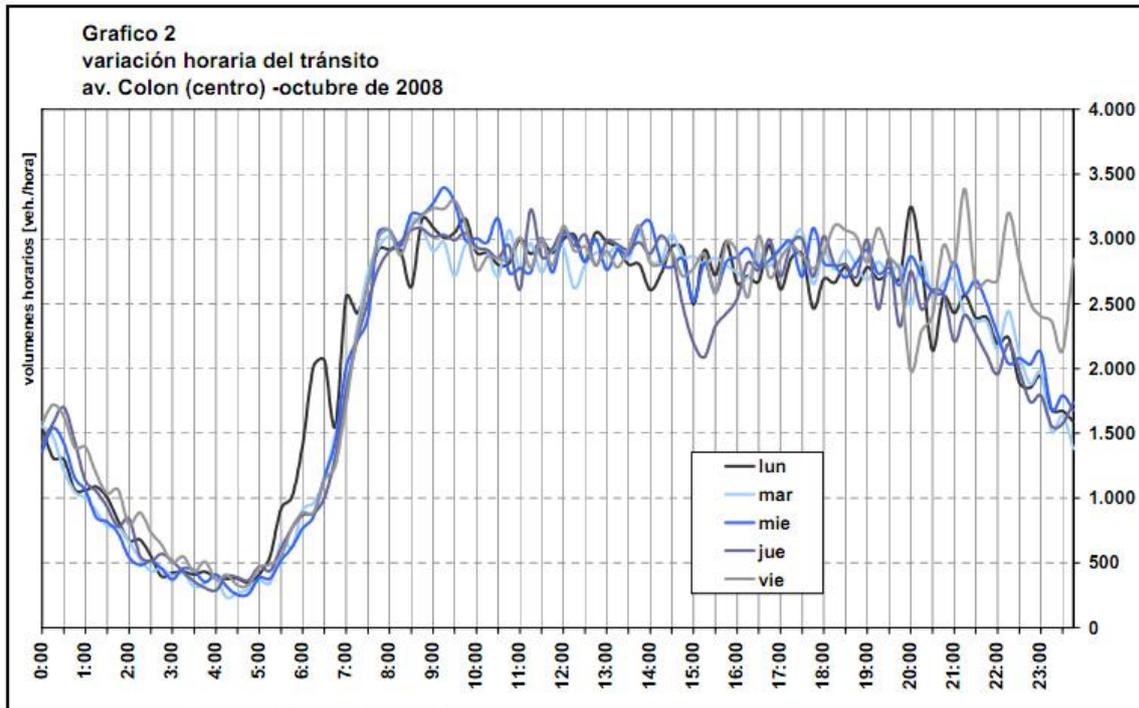
En cuanto a los días de la semana, es de destacar la importancia del viernes por ser el de mayor demanda de tránsito; frente a valores algo inferiores el resto de los días hábiles, los cuales se reflejan en el gráfico siguiente.⁴³



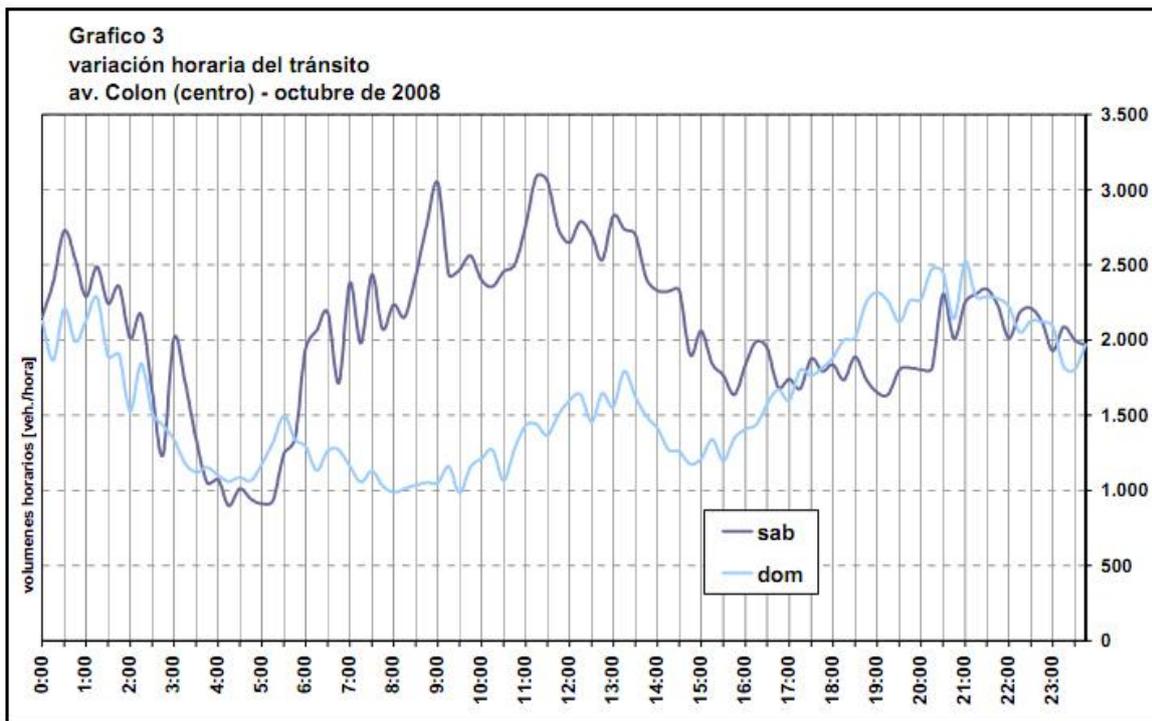
Fuente: Dirección de Tránsito - Centro de Control de Tránsito

Respecto a las variaciones horarias, en los gráficos 2 y 3 se muestran los volúmenes horarios de tránsito en la Avenida Colón en el tramo comprendido entre La Cañada y Avenida General Paz, en los distintos días de la semana. Las crestas, conocidas como "horas pico", están asociadas a una menor velocidad y generalmente a una demora importante, producto de una gran cantidad de usuarios que deciden utilizar la vía a esa hora determinada. Por el contrario los "valles", horas en que la demanda es menor, la circulación es más "fluida", y mucho menos interferencias en la circulación.

⁴³ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Centro de control de tránsito, Estadísticas de control y gestión de tránsito, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp.77-79



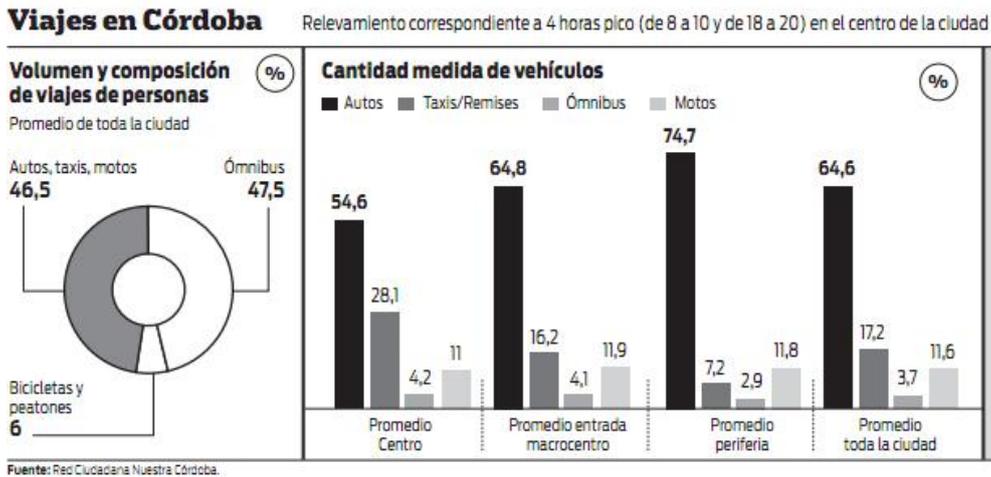
Fuente: Dirección de Tránsito - Centro de Control de Tránsito



Fuente: Dirección de Tránsito - Centro de Control de Tránsito

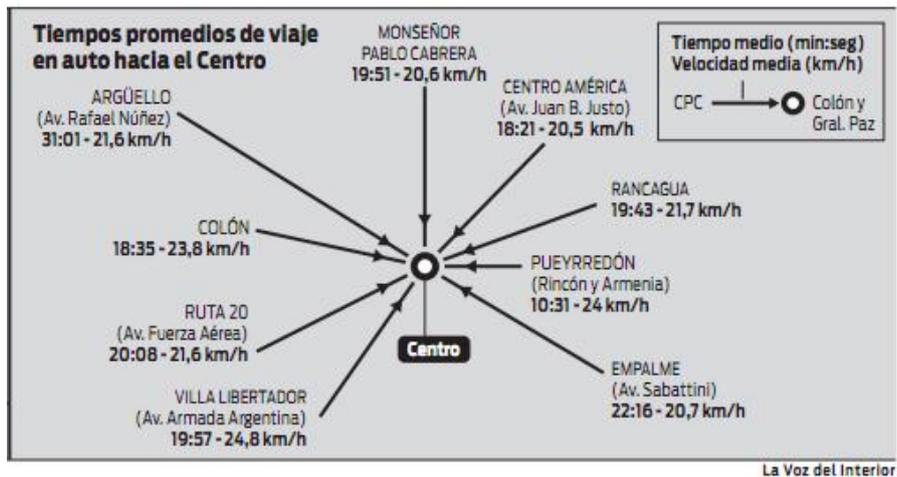
1.6.3 Viajes en Córdoba

Según los datos que surgen de un estudio realizado por el grupo especializado en transporte de la Red Ciudadana Nuestra Córdoba, el promedio para toda la ciudad para las principales vías en horas pico da como resultado que de un total de 28.044 viajes, el 47,5% se realiza en ómnibus, mientras que el 46,5% se hace en medios individuales como autos, taxis, remises y motos. En tanto, sólo el 6,03% se hace en medios individuales o usa la bicicleta. Las mediciones se llevaron a cabo durante cuatro horas pico (de 8 a 10 y de 18 a 20) en un día hábil, en 20 sitios en diferentes arterias y en el centro.⁴⁴



Viajes en Córdoba

El esquema monocéntrico y la consecuente concentración de viajes al punto central de la ciudad incrementan los problemas de movilidad, situación que lleva a la demora de los traslados.



Tiempos promedios de viaje en auto hacia el centro

⁴⁴ LA VOZ. Tránsito: demasiados autos con poca gente, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/cordoba-ciudad/transito-demasiados-autos-con-poca-gente>>, publicado 21-06-2011, (citado 26-07-2011)

1.7 Transportes Públicos

La estructuración y gran parte del contenido de este título está basado en el artículo *Transporte en la ciudad de Córdoba (Argentina)*, disponible en Wikipedia, el cual se han comprobado y accedido a sus fuentes originales para verificar la veracidad de tales afirmaciones.

Córdoba es la ciudad más poblada del país después de Buenos Aires, con una población de 1.329.604 habitantes según el Censo Nacional realizado en 2010⁴⁵, en un área de 576 km², por lo tanto requiere un extenso y complejo sistema de transporte urbano. Para ello existen principalmente cuatro medios de transporte urbano de pasajeros: colectivos, remises, taxis y trolebuses, y se le podría agregar el ferrourbano.

Ningún cordobés capitalino ignora la importancia vital del transporte, que además de ser un servicio básico, es un gran negocio. Si se considera que hoy los usuarios abonan 2,50 pesos por cada cospel (en el caso de colectivos) y que por mes, en promedio, se están cortando 15 millones de pasajes, por año los distintos actores del sistema mueven, en ese sólo concepto, unos 450 millones de pesos.⁴⁶

1.7.1 Taxis y Remises

A finales de 2007, el recién asumido a intendente Daniel Giacomino planeó una progresiva unificación de los servicios de taxis y remises con el objetivo de lograr un sistema de mejor calidad y que pueda ser controlado mediante un dispositivo de seguimiento satelital. La propuesta apuntaba a retrotraer la situación al modelo que había regido hasta principio de los '90, cuando sólo existían taxis y los remises eran un servicio diferencial, brindado con autos de mayor calidad y una tarifa muy superior a la actual. Sin embargo hasta el día de la fecha esta propuesta no se ha aplicado, debido a las múltiples críticas y oposiciones del sector transportista.⁴⁷

En 2008, el servicio de vehículos de alquiler contaba con 7.763 unidades, de las cuales 3.703 eran taxis, 3.195 remises⁴⁸, 127 correspondían a privados y 738 al transporte escolar.

En 2009, unos 4.300 taxistas transportaron un promedio de 240.000 pasajeros por día.⁴⁹

Los vehículos de taxi se identifican con el color de carrocería amarillo. El costo del servicio consta de la bajada de bandera, que ha sido fijada en \$ 5,60 y en \$ 0,28 el valor de la ficha cada 110 metros de recorrido, siendo éste último el mismo monto que se abonará cada 60 segundos de tiempo de espera. Los taxis no pueden tomar pasajeros a domicilio.

⁴⁵ LA VOZ. *Censo 2010: en Argentina somos 40.091.359 y en Córdoba 3.304.824*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/censo-2010-en-argentina-somos-40091359-y-en-cordoba-3304825>>, 17-12-2010, (09-07-2011)

⁴⁶ LA VOZ. *Un negocio que mueve 4.5000 millones en 10 años*, <<http://www.lavoz.com.ar/noticias/politica/negocio-que-mueve-4500-millones-10-anos>>, publicado 24-04-2011, (citado 26-07-2011)

⁴⁷ LA VOZ.COM.AR. *Giacomino anunció que los remises serán taxis y reavivó un largo conflicto*, <http://archivo.lavoz.com.ar/nota.asp?nota_id=143333>, publicado 12-12-2007, (citado 18-07-2011)

⁴⁸ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Cantidad aproximada de vehículos por servicio, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 70

⁴⁹ FEDEMETAL. *Con el trasbordo, los diferenciales le quitan mercado a los taxis*, <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=24>>, posteadado 03-03-2009, (citado 20-07-2011), pp.24, post #465

El servicio de remises debe requerirse telefónicamente o concurriendo a las bases de las empresas habilitadas. Se los identifica por la carrocería de color verde. El costo del servicio consta de la bajada de bandera, que ha sido fijada en \$ 5,80 y mientras que cada 100 metros de trayecto, o 60 segundos de espera, se abonan \$ 0,26⁵⁰



Los remises, a diferencia de los taxis no pueden subir pasajeros en la vía pública.

1.7.2 Colectivos

El servicio de colectivos es el principal medio de transporte de la ciudad y se diferencian de acuerdo a la distancia del recorrido, entre urbanos e interurbanos.

1.7.2.1 Colectivos Urbanos

El recorrido de los colectivos urbanos comprende principalmente todo el ejido municipal. Originalmente se había diseñado un plan con ómnibus alimentadores (barriales) y troncales (centrales) sumados a transbordos, que dividía a la ciudad en los sectores naranja (N), verde (V), azul (A), amarillo (C) y celeste (E) el cual fue implementado en la gestión de Germán Kammerath, en 2001, siguiendo el modelo de Curitiba y Bogotá. Sin embargo al poco tiempo, el sistema fracasó por culpa de la crisis económica imperante en el año 2001-2002, sumado a la quiebra de una de las empresas prestatarias y el reclamo de los usuarios por la poca frecuencia de algunos recorridos. Como consecuencia de ello, se volvió al sistema de corredores delineado durante la intendencia de Ramón Mestre, a los que sólo se les cambió la denominación (dejaron de llamarse por número para ser identificados por colores). La municipalidad asumió los corredores verde y rojo a través de la empresa TAMSE (Transporte Automotor Municipal Sociedad del Estado). En sus comienzos los colectivos de este sector fueron los peores, pero actualmente el servicio ha mejorado bastante, la cantidad de pasajeros se ha incrementado y se han adquirido más de 250 unidades 0 km para la empresa.

El corredor celeste y azul es operado por la empresa Ciudad de Córdoba y el corredor naranja y amarillo por la empresa Coniferal. Ambas empresas también están modernizando sus flotas.⁵¹

En el mes de Marzo de 2008, circulaban 639 unidades entre las tres empresas. A los tiempos de hoy esta cifra ha sido superada sin lugar a dudas. Cada colectivo que circula por las calles de Córdoba gasta 4.000 litros de gasoil al mes.⁵²

⁵⁰ LA VOZ. *Nueva suba para taxis y remises*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/nueva-suba-para-taxis-remises>>, publicado 15-09-2011, (citado 15-09-2011)

⁵¹ DEVOTCHKA. *Transportes Córdoba*, Autotransporte de la ciudad de Córdoba (colectivos y troles), <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=2>>, posteo 09-04-2007, (citado 18-07-2011), pp.2, post #34

En 2009, Coniferal habilitó las primeras cuatro paradas inteligentes, para los usuarios de las líneas N y C. Se trataba de carteles electrónicos que brindaban con precisión los minutos que restaban para abordar los colectivos. Los mismos funcionaban a partir de la decodificación de la información que emitían los dispositivos de GPS de cada una de las unidades.⁵³

Sin embargo al presente el sistema tiene poco éxito, debido a la falta de limpieza, ya que estos carteles electrónicos funcionan con luz solar y el excremento de las palomas obstruye los paneles de energía, así lo confirma la empresa.



Cartel electrónico ubicado sobre calle San Jerónimo.

La siguiente tabla brinda información acerca de la cantidad de unidades por líneas. Año 2008

CENTRALES	Ene	Feb	Mar	Abr
Amarilla	71	89	91	
Naranja	99	128	131	
Verde	128	128	144	
Roja	27	27	32	
Anillo Interior	6	6	6	
Anillo Exterior	16	18	20	
Azul	19	19	22	
Celeste	134	104	112	
Transversal	63	49	80	
Sub-Total	563	568	638	

BARRIALES	Ene	Feb	Mar	Abr
Amarilla	1	1	1	
Sub-Total	1	1	1	
TOTAL SISTEMA	564	569	639	
TROLECOR	34	35	38	
TOTAL GENERAL	598	604	677	

Por Empresa	Ene	Feb	Mar	Abr
Coniferal	171	218	223	
Ciudad de Córdoba	197	153	192	
TAMSE	196	198	224	

Fuente: Dirección de Transporte Municipal.

Flota en servicio año 2008, incluidos los trolebuses⁵⁴

Según el centro de estudios de la Fundación Ramón Bautista Mestre la cantidad de unidades afectadas al servicio del transporte público de pasajeros (ómnibus, trolebuses y diferenciales) en marzo de 2010, es de 841 unidades; siendo una cifra menor a la registrada en 1998 cuando era de 1.051, pese a que la ciudad se ha ensanchado y aumentado su densidad poblacional.⁵⁵

⁵² LA VOZ.COM.AR. *El municipio evalúa incorporar colectivos ecológicos al sistema*, <http://archivo.lavoz.com.ar/07/03/27/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=56682>, publicado 27-03-2007, (citado 18-07-2011)

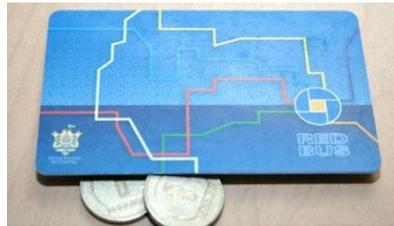
⁵³ SUPPO, Verónica. *Habrán garitas inteligentes en las líneas N y C*, <<http://www.diaadia.com.ar/?q=content/habra-garitas-inteligentes-en-las-lineas-n-y-c>>, publicado 14-04-2009, (citado 21-07-2011)

⁵⁴ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Flota en servicio año 2008, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 79

⁵⁵ LA VOZ. *En 10 años, la oferta de transporte cayó un 27%*, <<http://www.lavoz.com.ar/content/en-10-anos-la-oferta-de-transporte-cayo-un-27>>, publicado 30-03-2010, (citado 24-07-2011)

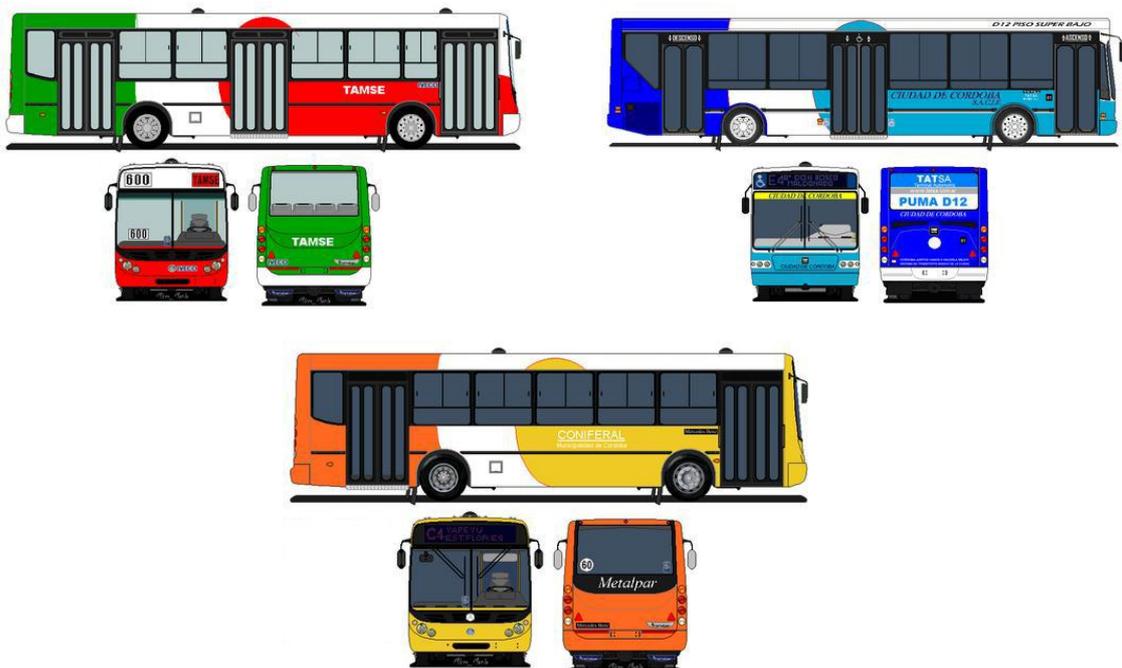
Actualmente el sistema de pago para las tres empresas es por igual mediante el cospel, que se adquiere en diversos puntos de venta y kioscos, siendo el valor del mismo \$2,50, aunque el objetivo es implementar una tarjeta sin contacto recargable. En noviembre de este año se tiene previsto dejar la circulación del cospel.

La mayoría de las líneas funcionan durante todo el día, aunque después de la medianoche la frecuencia es menor. Todas las empresas tienen en sus coches dispositivos GPS, para poder controlar a sus flotas.



Cospes y tarjeta electrónica, utilizados para el pago del pasaje de colectivo⁵⁶

Las empresas distinguen sus coches especialmente por el color de carrocería, siendo para TAMSE característicos los colores rojo, blanco y verde; para Ciudad de Córdoba celeste, blanco y azul; y para Coniferal amarillo, blanco y naranja.



Colores correspondientes a las distintas empresas⁵⁷

⁵⁶ RIO3NOTCIAS. Nuevos cospes en Córdoba, <<http://www.rio3noticias.com.ar/noticias.php?id=240>>, publicado 30-11-2010, (citado 15-07-2011)

⁵⁷ ESNOT_X. Transportes de Córdoba, Autotransporte (colectivos y troles) - Parte II, <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1256761&page=6>>, posteo 14-03-2011, (citado 15-07-2011), pp.6, post #118

El sistema de colectivos urbanos se complementa con los colectivos diferenciales. Las unidades diferenciales pertenecen a TAMSE, brindan un servicio mejor ya que cuentan con limpieza permanente, aire acondicionado, calefacción, asientos pulman, cortinas en ventanillas y pantallas con publicidad (línea D5).⁵⁸ El valor del boleto es de \$ 5,00 y puede abonarse tanto con la tarjeta sin contacto como con dos cospeles, se los identifica con los colores del gobierno municipal. Una particularidad de este transporte es que no puede transportar pasajeros en pie.



Gráfica distintiva de los colectivos diferenciales⁵⁹

No obstante desde su inauguración en 2008, con 60 unidades iniciales, la empresa empezó a tener problemas por el bajo rendimiento en la utilización del servicio por parte de los ciudadanos debido al costo del boleto. Aunque se tomaron algunas medidas; como la reducción del boleto y en 2009, la incorporación de más vehículos a la flota con nuevas líneas, un total de 120 unidades, hoy en día la empresa se encuentra en situaciones complicadas. Los vecinos que utilizan este transporte manifiestan retrasos en el horario de las líneas y que suelen viajar parados en algunas ocasiones, algo que se prohíbe en las normas del servicio. Sumado a esto, se agrega que el estado de las unidades está tomando el mismo camino que el del transporte común. Desde 2010 el número de usuarios de diferenciales está estancado, el servicio apenas puede autosustentarse y la empresa no recibe ganancias algunas⁶⁰ y muchas son las proposiciones para levantar algunas de las líneas.

Para la consulta de recorridos, frecuencias, paradas y otra información relevante, se haya disponible en la página oficial de la Municipalidad de Córdoba, el siguiente enlace:

http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/default.asp?ir=7_1

⁵⁸ INFONEGOCIOS. *Los D5 suman pantallas con publicidad interior*,

<<http://www.infonegocios.info/Nota.asp?nrc=16826&nprt=1>>, publicado 11-11-2009, (citado 21-07-2011)

⁵⁹ BONDIS_09. *Transporte, Colectivos, Tus fotos!*,

<<http://www.forotransportes.com/showthread.php?t=3886&page=66>>, postado 27-10-2010, (citado 22-07-2011), pp.66, post #658

⁶⁰ TODOBONDISNEWS. *Tamse: "Diferenciales no tan diferenciales"*,

<http://todobondis.metroblog.com/tamse_diferenciales_no_tan_diferentes>, publicado 18-02-2011, (citado 15-07-2011)

La dirección de transporte de la ciudad de Córdoba publicó en 2008 un resumen estadístico del sistema de transporte que contiene las siguientes tablas:

Características	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Flota en servicio	519	555	644	638	639	642
Coches-servicio-mes	13.891	13.109	17.216	16.242	16.997	16.650
Coches-servicio-día	448	468	555	541	548	555
Total de vueltas	93.549	89.204	108.863	101.044	108.598	106.673
Vueltas-coches-día	6,73	6,80	6,32	6,22	6,39	6,41
Total de kilómetros	4.248.391	4.068.621	4.946.945	4.587.980	4.929.224	4.841.797
Kilómetros-día	137.044,87	145.307,89	159.578,86	152.932,67	159.007,22	161.393,24
Kilómetros-coches-mes	8.185,72	7.330,85	7.681,59	7.191,19	7.713,97	7.541,74
Kilómetros-coches-día	305,84	310,37	287,35	282,48	290,01	290,80
Tarifa única	9.399.157	10.496.152	13.431.800	12.530.584	13.365.095	13.002.195
Pasajeros-coches-mes	18.110,13	18.911,99	20.856,83	19.640,41	20.915,64	20.252,64
Pasajeros-coches-día	676,64	800,68	780,19	771,49	786,32	780,91
Total de pasajeros	9.660.234	10.799.439	13.837.435	12.925.033	13.788.040	13.406.244
Pasajeros-día	311.620	385.694	446.369	430.834	444.775	446.875
Pasajeros-kilómetros	2,2739	2,6543	2,7972	2,8172	2,7972	2,7689
Total de recaudación	11.630.640,5	13.003.891,7	16.664.571,2	15.568.171,7	16.607.783,6	16.146.852,8
Recaudación-día	375.181,95	464.424,70	537.566,8	518.939,1	535.735,0	538.228,4
Recaudación-coche-mes	22.409,71	23.430,44	25.876,66	24.401,52	25.990,27	25.150,86
Recaudación-coche-día	837,28	991,98	967,97	958,51	977,10	969,78
Recaudación-kilómetro	2,7377	3,1961	3,3687	3,3933	3,3692	3,3349
Promedio tarifa	1,2040	1,2041	1,2043	1,2045	1,2045	1,2044
Total horas-mes	249.747	230.509	284.736	267.246	280.539	273.421
Horas-coche-día	17,98	17,58	16,54	16,45	16,51	16,42
Velocidad	17,01	17,65	17,37	17,17	17,57	17,71
Circunvalación	261.077	303.287	405.635	394.449	422.945	404.049

Fuente: Dirección de Transporte Municipal.

Resumen estadístico sistema de transporte - sin trolebús - año 2007 (hasta el mes de Junio)⁶¹

⁶¹ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Resumen estadístico sistema de transporte - Sin trolebús - Año 2007, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 65

Características	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Flota en servicio	647	647	648	648	649	647	
Coches-servicio-mes	16.752	17.864	16.831	18.622	17.527	16.024	
Coches-servicio-día	540	576	561	601	584	517	
Total de vueltas	106.911	112.944	100.224	112.081	109.838	101.980	1.251.908
Vueltas-coches-día	6,38	6,32	5,95	6,02	6,27	6,36	
Total de kilómetros	4.858.780	5.118.340	4.538.586	5.081.984	4.980.589	4.632.120	56.833.358
Kilómetros-día	156.734,83	165.107,73	151.286,21	163.934,98	166.019,65	149.423,23	
Kilómetros-coches-mes	7.509,71	7.910,88	7.003,99	7.842,57	7.674,25	7.159,38	
Kilómetros-coches-día	290,04	286,52	269,66	272,91	284,17	289,07	
Tarifa única	12.516.910	13.839.292	12.187.523	13.877.408	13.515.481	12.236.680	150.398.277
Pasajeros-coches-mes	19.346,07	21.389,94	18.807,91	21.415,75	20.825,09	18.912,95	
Pasajeros-coches-día	747,19	774,70	724,11	745,24	771,12	763,65	
Total de pasajeros	12.868.388	14.259.936	12.555.218	14.298.731	13.915.927	12.562.528	154.877.153
Pasajeros-día	415.109	459.998	418.507	461.249	463.864	405.243	
Pasajeros-kilómetros	2,6485	2,7860	2,7663	2,8136	2,7940	2,7120	2,7251
Total de recaudación	5.493.727,7	17.173.773,9	15.120.276,8	17.193.347,3	16.757.753,1	15.122.691,0	186.483.481
Recaudación-día	499.797,7	553.992,7	504.009,2	554.624,1	558.591,8	487.828,7	
Recaudación-coche-mes	23.947,03	26.543,70	23.333,76	26.532,94	25.820,88	23.373,56	
Recaudación-coche-día	924,89	961,36	898,36	923,31	956,11	943,75	
Recaudación-kilómetro	3,1888	3,3553	3,3315	3,3832	3,3646	3,2647	
Promedio tarifa	1,2040	1,2043	1,2043	1,2024	1,2042	1,2038	
Total horas-mes	275.405	282.602	257.123	281.870	281.961	259.065	3.224.223
Horas-coche-día	16,44	15,82	15,28	15,14	16,09	16,17	
Velocidad	17,64	18,11	17,65	18,03	17,66	17,88	
Circunvalación	351.478	420.644	367.695	421.323	400.446	325.848	4.478.876

Fuente: Dirección de Transporte Municipal

Resumen estadístico sistema de transporte – sin trolebús – año 2007 (desde el mes de Julio)⁶²

⁶² MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Resumen estadístico sistema de transporte – Sin trolebús – Año 2007, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 65

Año / Mes	TAMSE					Total
	Transversal	Roja	Verde	Anillo Interno	Anillo Externo	
ene-07	361.705	1.636.105	549.618	361.705	361.705	3.270.838
feb-07	390.541	1.821.167	585.088	390.541	390.541	3.577.878
mar-07	478.866	2.296.590	719.160	478.866	478.866	4.452.348
abr-07	442.988	2.144.787	662.885	442.988	442.988	4.136.636
may-07	471.259	2.283.233	705.633	471.259	471.259	4.402.643
jun-07	458.982	2.249.440	690.714	458.982	458.982	4.317.100
jul-07	442.162	2.184.904	677.627	442.162	442.162	4.189.017
ago-07	482.084	2.405.128	733.062	482.084	482.084	4.584.442
sep-07	433.881	2.141.617	646.296	433.881	433.881	4.089.556
oct-07	491.556	2.436.968	724.025	491.556	491.556	4.635.661
nov-07	481.836	2.363.176	710.496	481.836	481.836	4.519.180
dic-07	459.030	2.174.774	659.718	459.030	459.030	4.211.582
TOTAL	5.394.890	26.137.889	8.064.322	5.394.890	5.394.890	50.386.881
						30,99%

Evolución pasajeros transportados por TAMSE por mes - Años 2007⁶³

En enero de 2009 TAMSE, informó que vendió unos 160 mil boletos diarios y que el servicio diferencial, unos 4.300 pasajes.⁶⁴

Año / Mes	CIUDAD DE CORDOBA		
	Azul	Celeste	Total
ene-07	1.580.605	1.317.083	2.897.688
feb-07	1.865.445	1.492.630	3.358.075
mar-07	2.447.851	1.934.025	4.381.876
abr-07	2.318.929	1.828.913	4.147.842
may-07	2.483.840	1.967.054	4.450.894
jun-07	2.405.712	1.902.717	4.308.429
jul-07	2.249.144	1.804.673	4.053.817
ago-07	2.555.319	2.040.935	4.596.254
sep-07	2.209.457	1.771.334	3.980.791
oct-07	2.562.139	2.039.470	4.601.609
nov-07	2.478.206	1.978.297	4.456.503
dic-07	2.185.598	1.784.279	3.969.877
TOTAL	27.342.245	21.861.410	49.203.655
			30,27%

Año / Mes	CONIFERAL		
	Amarilla	Naranja	Total
ene-07	1.394.399	1.996.718	3.391.117
feb-07	1.574.968	2.176.558	3.751.526
mar-07	2.072.034	2.761.760	4.833.794
abr-07	1.908.899	2.565.908	4.474.807
may-07	2.040.094	2.731.599	4.771.693
jun-07	1.954.354	2.668.592	4.622.946
jul-07	1.854.920	2.592.204	4.447.124
ago-07	2.073.314	2.824.988	4.898.302
sep-07	1.830.024	2.506.003	4.336.027
oct-07	2.093.593	2.819.593	4.913.186
nov-07	2.040.782	2.775.130	4.815.912
dic-07	1.811.767	2.510.053	4.321.820
TOTAL	22.649.148	30.929.106	53.578.254
			% Participación 32,96%

Evolución pasajeros transportados por Ciudad de Córdoba y Coniferal por mes - Años 2007⁶⁵

⁶³ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Evolución pasajeros transportados por empresa por mes - Año 2007, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 60

⁶⁴ LA VOZ.COM.AR. *El servicio diferencial de transporte urbano sumará tres nuevas líneas*, <http://archivo.lavoz.com.ar/nota.asp?nota_id=489572>, publicado 13-02-2009, (citado 20-07-2011)

⁶⁵ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Evolución pasajeros transportados por empresa por mes - Año 2007, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%202%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 60

1.7.2.2 Colectivos interurbanos

Los colectivos interurbanos conectan las localidades que se encuentran unidas físicamente a Córdoba o que están muy cercanas a la capital por lo que actúan como ciudades satélites de residencia de algunos ciudadanos que trabajan en el centro. Algunas empresas de transporte interurbano de Córdoba son: La Quebrada, La Calera, Intercórdoba y Sarmiento, etc.⁶⁶



Empresa Intercórdoba⁶⁷



Empresa Sarmiento⁶⁸



Empresa La Calera⁶⁹

A su vez, algunas de dichas empresas prestan servicios diferenciales, en donde la divergencia principal radica en el tamaño de las unidades y en el precio de los boletos.



Empresa Car-Cor⁷⁰



Empresa Fono Bus⁷¹



Empresa Buses LEP⁷²

Debido a que las empresas de colectivos interurbanos prestan sus servicios en recorridos fuera de ejido municipal, su análisis llegará hasta este punto, ya que nuestra investigación está más avocada a los transportes urbanos de la ciudad.

⁶⁶ EL RINCÓN DEL VAGO. *Ciudad de Córdoba*, La ciudad del presente, El transporte, <<http://html.rincondelvago.com/cordoba-argentina.html>>, publicado Junio de 2004, (citado 04-07-2011)

⁶⁷ COUNTRY CUATRO HOJAS. *Como llegar*, <<http://www.cuatrohojas.org.ar/ubicacion.html>>, s.f., (citado 16-07-2011)

⁶⁸ BUSES URBANOS Y MEDIA DISTANCIA. *Enero 2007*, <<https://sites.google.com/site/solaris22244/busesurbanosenenero07>>, posteoado 23-01-2007, (citado 16-07-2011)

⁶⁹ BUESPORSIEMPRE. *Coop La Calera LTD - 118*, <<http://www.fotolog.com/busesporsiempre/46998765>>, posteoado 28-07-2009, (citado 16-07-2011)

⁷⁰ LINEA159Y_MAS. "Car-Cor - Interno 15", <http://www.fotolog.com/linea159y_mas/54336246>, posteoada 14-07-2008, (citado 16-07-2011)

⁷¹ ITURRIA, Pedro. *Fono Bus- Interno 86*, <<http://www.busespampas.com.ar/cpg1410/displayimage.php?album=80&pos=1>>, posteoada 19-06-2007, (citado 16-07-2011)

⁷² BUSES LEP. *Servicios*, <<http://www.buseslep.com.ar/servicios.php>>, Copyright 2009, (citado 16-07-2011)

1.7.3 Trolebuses

Córdoba es una de las tres ciudades del país que posee en su sistema de transporte urbano, líneas de trolebuses en funcionamiento. Los trolebuses son colectivos conectados a una línea aérea de corriente eléctrica, de la cual obtienen su energía, no contaminan pero requieren de gran inversión inicial en infraestructura y sus recorridos no pueden ser modificados.

Los primeros trolebuses que comenzaron a circular en la ciudad de Córdoba lo hicieron en 1989. Los mismos habían sido adquiridos a la entonces Unión Soviética, durante la gestión de Ramón Mestre. No obstante, pasó el tiempo y no hubo casi inversiones. Se compraron dieciséis unidades en 1997 a la empresa china Norinco, de las cuales en la actualidad, sólo seis quedan en funcionamiento.⁷³

Hoy en día el transporte de trolebús es administrado por la empresa TAMSE, y el servicio está distribuido en tres líneas (A, B y C). El costo del boleto es de \$2,50 y el sistema de pago es también con tarjeta sin contacto o cospeles.

Una particularidad de este servicio, es que los trolebuses son conducidos exclusivamente por mujeres. El actual presidente de la TAMSE, Ignacio Olocco, precisó que el promedio de corte de boletos diario en las tres líneas es de 36.000 pasajeros.⁷⁴

Durante 2007, una flota de 38 vehículos transportó un total de 9.404.851 pasajeros, representado un 5,75% del total de pasajeros transportados incluyendo los colectivos.⁷⁵

Pese a que se había anunciado una compra de 25 unidades al inicio de 2008, ese dinero fue destinado para la compra de ómnibus. Desde el municipio se indicó que el cambio se debió al alto costo de los trolebuses. Cada unidad puesta en Córdoba rondaba en los 800 mil pesos, además que las proveedoras de repuestos eran de países de Europa Oriental por lo cual dificultaba la adquisición de las piezas. En ese mismo año las tres líneas del servicio eran prestadas por 39 coches, 6 de origen chino y el resto rusos, compuesto por 9 articulados y 24 simples, con una antigüedad de casi 20 años.⁷⁶

Como única alternativa al mantenimiento del sistema de trolebuses, la Municipalidad de Córdoba planteó el reacondicionamiento a nuevo de las viejas unidades rusas. En agosto de 2009, TAMSE presentó su primera unidad restaurada, en donde resaltan los 90 mil pesos gastados en tal actividad, frente a los 300 mil dólares que salía adquirir una nueva. El nuevo trole reconstruido se puede percibir por su nueva gráfica, su color rojo y sus pequeños cambios estéticos exteriores e interiores.⁷⁷

⁷³ MARCONETTI, Diego. *La ciudad vuelve a apostar por los troles*, <http://archivo.lavoz.com.ar/09/11/15/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=567849>, publicado 15-11-2009, (citado 21-07-2011)

⁷⁴ SUPPO, Verónica. *Con los bondis articulados, se alarga el trole*, <<http://www.diaadia.com.ar/?q=content/con-los-bondis-articulados-se-alarga-el-trole>>, publicado 14-07-2011, (citado 24-07-2011)

⁷⁵ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Servicios e infraestructura local*, Transporte público de la ciudad, Evolución mensual cantidad unidades en servicio - Años 2004 al 2008, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/imagenes/Diseno/Gu%EDa%20Estadistica%5CCAPITULO%20%20-%20SE%85%20LOCAL%202008.pdf>>, publicado en 2008, (citado 15-07-2011), cap.II, pp. 58

⁷⁶ MARCONETTI, Diego. *En lugar de nuevos troles, sumarán ómnibus ecológicos*, <http://archivo.lavoz.com.ar/08/11/28/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=468162>, publicado 28-11-2008, (citado 17-07-2011)

⁷⁷ LA VOZ.COM.AR. *Reparan a nuevo unidades del servicio de trolebuses*, <http://archivo.lavoz.com.ar/nota.asp?nota_id=542548>, publicado 15-08-2009, (citado 21-07-2011)

En septiembre de 2010 se presentó un nuevo trolebús articulado de origen bielorruso con motor híbrido, que circularía a prueba durante cuatro meses, con la intención de comprar 10 unidades nuevas a la empresa Belkommunmash.⁷⁸ A pesar de esta intención, en marzo de 2011, TAMSE informó que no incorporarían nuevas unidades, sino que reforzarán el servicio con ómnibus articulados de combustión interna, debido a complicaciones y a los costos que implica importar un trolebús nuevo.⁷⁹

Con la intención de ir reemplazando paulatinamente los troles, el 21 de Julio de 2011 la Municipalidad presentó dos ómnibus bicuerpos articulados para cubrir un recorrido extendido, propuesto anteriormente, de las líneas A y B de los trolebuses. Cada coche tiene 18 metros de largo y una capacidad de 190 pasajeros y cada unidad costó 375 mil dólares. El municipio también afirmó que está a la espera de ocho ómnibus articulados más para incorporar a la flota.⁸⁰



Antiguos troles rusos y reacondicionados (color rojo) que prestar servicio en la actualidad.⁸¹



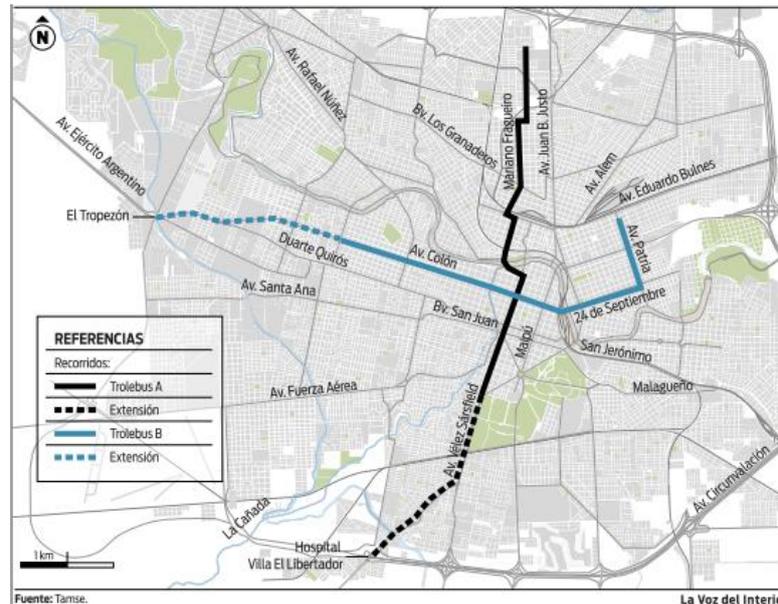
Los articulados tienen una capacidad de 190 pasajeros frente a los troles normales que tenían 90

⁷⁸ LA VOZ. *Luego de 13 años la ciudad suma un nuevo trolebús*, <<http://www.lavoz.com.ar/content/luego-de-13-anos-la-ciudad-suma-un-nuevo-trolebus-euros-por-unidad>>, publicado 20-04-2010, (citado 22-07-2011)

⁷⁹ LA VOZ. *El futuro del servicio de trolebuses es una incógnita*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/cordoba-ciudad/futuro-servicio-trolebuses-es-incognita>>, publicado 26-04-2011, (citado 22-07-2011)

⁸⁰ LA VOZ. *Presentan los colectivos articulados para el recorrido extendido de los troles*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/presentan-colectivos-articulados-para-recorrido-extendido-troles>>, publicado 21-07-2011, (citado 23-07-2011)

⁸¹ PARANOIDANDROID. *Transportes de Córdoba, Autotransporte (colectivos y troles) - Parte II*, <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1256761&page=6>>, posteadó 14-03-2011, (citado 15-07-2011), pp.6, post #120



Recorridos extendidos que realizarán los nuevos coches articulados⁸²

1.7.4 Ferrourbano

El Ferrourbano se inauguró el 18 de junio de 2009, con la intención de descongestionar los colectivos. Durante los primeros 30 días el servicio fue gratuito y luego pasó a tener un valor de \$1,50.⁸³ El sistema inicialmente cuenta con un recorrido que une las antiguas estaciones de calle Rodríguez del Busto y el barrio Alta Córdoba. El primero de los tramos tiene dos paradas intermedias, la primera en la avenida Monseñor Pablo Cabrera y la segunda en calle Isabel La Católica.

En la inauguración, Ricardo Jaime secretario de Transporte de la Nación, también prometió extender el recorrido hasta la estación Mitre y posteriormente hasta la estación Flores, sin embargo al día de la fecha nada de eso ha sucedido y el servicio ha resultado ser un rotundo fracaso. Una de las causas principales es la falta de usuarios.



Pocos son los usuarios del ferrourbano⁸⁴

⁸² LA VOZ. *Suman articulados y la línea B llega a El Tropezón*, <<http://www.lavoz.com.ar/files/recorridos2.pdf>>, publicado 28-09-2011, (citado 25-10-2011)

⁸³ DIA A DIA. *Ferrourbano: Cristina lo inauguró en Salta*, <<http://www.diaadia.com.ar/?q=content/ferrourbano-hoy-larga-gratis-por-30-dias-justo-para-ir-votar-0#fragment-1>>, publicado 18-06-2009, (citado 16-07-2011)

⁸⁴ GALIANO, Darío. *El ferrourbano cumple un año poco feliz*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/cordoba-ciudad/el-ferrourbano-cumple-un-ano-poco-feliz>>, publicado 18-06-2010, (citado 25-07-2011)

1.8 Proyectos futuros

Dentro de esta sección se describen algunos proyectos destinados para la ciudad de Córdoba en materia del transporte público.

1.8.1 Tranvías

El sistema de tranvías constituyó el principal medio de transporte urbano de pasajeros en la ciudad de Córdoba, en épocas coincidentes con un proceso de acelerado crecimiento urbano (1900-1950). A pesar de ello funcionó hasta 1965, debido en parte a problemas económicos y al desmesurado crecimiento de la mancha urbana que imposibilitó extender el tendido vial por su alto costo.

En 2005 el Concejo Deliberante, aprobó el decreto ordenanza para la creación del Tranvía del Abasto. Se trata de un circuito histórico turístico que revalorizará la zona incluida en el master plan del Portal del Abasto. El recorrido está definido entre la estación Mitre hasta el encuentro con la calle Avellaneda en barrio Cofico.⁸⁵



Recreación del tranvía circulando por las calles de Córdoba.

1.8.2 Subte

El día 10 de diciembre de 2007 el Secretario de Transporte y Tránsito del Municipio informó que existe una iniciativa privada de las empresas lecsa/Ghela SPA para construir en la ciudad de Córdoba 14 km de subterráneo.⁸⁶ El sistema subterráneo de transporte masivo de pasajeros se plantea como una alternativa de solución para el crítico sistema vial de la ciudad, colapsado por un volumen creciente de vehículos particulares y transporte urbano que se desplaza por las calles que ya no tienen capacidad para receptor más unidades.

Dependiendo de rodados que se utilicen y otros factores, el cálculo de costos totales del sistema es de casi 1.100 millones de dólares.

El anteproyecto prevé el diseño de dos trazas principales, con una extensión total de 15,8 kilómetros. La primera línea cruzaría la ciudad de oeste a este, por las avenidas Colón-Olmos desde Duarte Quirós, llegando hasta el bulevar Perón, pasaría por debajo del mismo, entraría en la zona del Ferrocarril Mitre, hasta las cercanías de la terminal de ómnibus. Además, la misma traza sigue por debajo del río Suquia, seguiría por 24 de Setiembre para finalmente llegar hasta la avenida Patria.

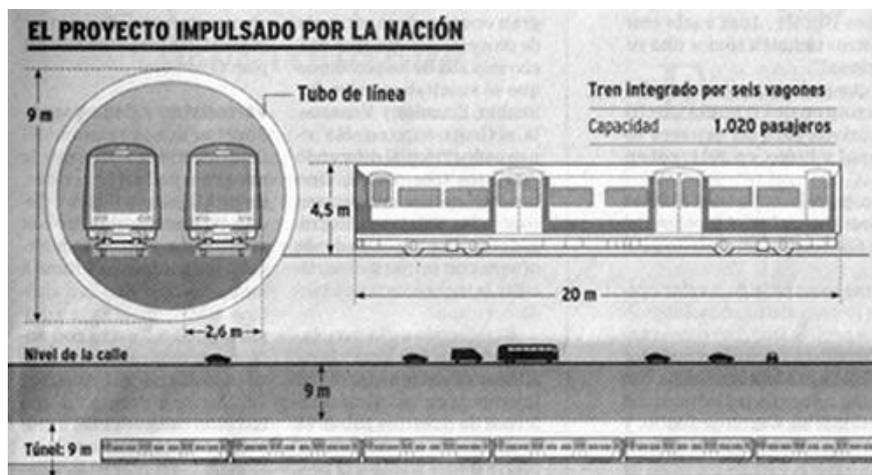
⁸⁵ ASOCIACIÓN AMIGOS DEL TRANVÍA DE CÓRDOBA. *Tranvía del Abasto*, <http://www.tranviasdecordoba.org.ar/nueva_abasto.htm>, Copyright 2008, (citado 16-07-2011)

⁸⁶ LA VOZ.COM.AR. *El municipio empieza a estudiar la factibilidad de un subte en Córdoba*, <http://archivo.lavoz.com.ar/07/12/15/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=144390>, publicado 15-11-2007, (citado 17-07-2011)

La segunda (sur-norte) se desarrollaría bajo la línea de Chacabuco-Maipú desde la Ciudad Universitaria, pasaría debajo del río Suquía para seguir hasta el cruce con el trazado del ferrocarril Belgrano, a la altura de la estación en Alta Córdoba. Se ha previsto la construcción de 17 estaciones, 11 en el ramal oeste-este, y seis en el sur-norte, su separación sería de 500 metros entre cada una. También se ejecutarán trincheras de transición hacia patios y talleres de estacionamiento y mantenimiento del material rodante.

Las perforaciones se realizarán con "tuneleras", a manera de gigantesco taladros que pueden avanzar unos 40 metros diarios. Según expertos de la empresa lecsa, como no se trabajará abriendo las calles desde la superficie, los inconvenientes de tránsito se reducirían a los puntos de ingreso de las máquinas. Los túneles serán revestidos con elementos prefabricados de hormigón armado de 40 centímetros de espesor.

Entre las bases de factibilidad técnica se enuncia también que los mecanismos de tracción de las formaciones tendrán alimentación eléctrica y habrá sistemas de seguridad a lo largo de toda la red.



Características técnicas del proyecto⁸⁸

1.8.3 Monorriel

En 2008 un par de arquitectos, Leonardo Torres Fontañez y Martín D'Ottavio, presentaron un principio de estudio acerca de la implementación de un transporte aerodinámico.

Entre otras cuestiones plantearon una serie de características del proyecto:

- 1- Consideran que el subterráneo en Córdoba es técnicamente imposible por su complejidad y riesgo en cuestiones económicas y calidad del subsuelo cordobés,
- 2- Indican que el subterráneo no soluciona los problemas de transporte en barrios periféricos mientras que este sistema sí.
- 3- Manifiestan que no posee condicionamientos geológicos, tipográficos ni ambientales ya que se adapta a distintos climas y terrenos.
- 4- Explican que el subte produce vibraciones en el suelo que conllevarían al deterioro y rotura de edificios históricos y antiguos.

⁸⁷ LA VOZ.COM.AR. *Sigue en análisis técnico el subte de Córdoba*, <http://archivo.lavoz.com.ar/08/03/16/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=171733>, publicado 16-03-2008, (citado 17-07-2011)

⁸⁸ EN EL SUBTE.COM. *El proyecto impulsado por la nación*, <<http://www.ensubte.com/img/notas/cordoba6.jpg>>,s.f., (citado 17-07-2011)

- 5- El sistema funciona con estructuras sostenidas por pilotes balanceados con geometría variable (para soportar vibraciones) y asentados en pozos de 3 x 2,5 metros.
- 6- Plantean que el costo es 5 ó 6 veces menos que el de un subterráneo (la construcción) y el tiempo de ejecución 7 veces menor. Por la misma cantidad de plata planteada para el subte cordobés (1.000 millones de dólares) dicen que pueden construirse 32 km de monorriel (contra 16 de subte).
- 7- Los vagones trasladarían 184 personas y el combustible sería mixto entre electricidad e hidrógenos.

A pesar de todo lo planteado, este proyecto no fue presentado ante ninguna autoridad por lo cual, se desvaneció con el tiempo.⁸⁹

⁸⁹ DAVORM. *Transportes Córdoba*, Autotransportes de la ciudad de Córdoba (colectivos y troles), <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=12>>, posteo 06-06-2008, (citado 19-07-2011), pp.12, post #234

1.9 Conclusión del capítulo

La ubicación de Córdoba dentro del país y de la región es estratégica, porque sirve de nexo entre distintas ciudades, provincias y países. Es por esto que una gran cantidad de rutas sirven de accesos a la ciudad. El ejido municipal está formado por un rectángulo de 24 km por 24 km, con 102 km de perímetro y 576 km² de superficie, en dónde vive una población de 1.329.604 habitantes (según el Censo Nacional 2010), con una densidad poblacional es de 2.308,3 habitantes por km².

La ciudad de Córdoba, presenta una marcada centralidad física y funcional, con los principales corredores de estructuración vial convergentes hacia el núcleo central de la ciudad y dentro de ésta hacia su área central. Transitar por las calles del centro de la ciudad de Córdoba, de lunes a viernes en horario pico, es imposible. En 2010 el parque automotor total llegó a 578.139 vehículos, con una relación de 2,3 habitantes por vehículo, siendo la misma muy alta para una ciudad que hace décadas que no toma soluciones con respecto al tránsito. A pesar de ello existe el Centro de Control de Tránsito que se ocupa de la administración y operación del sistema del control de tránsito.

El esquema monocéntrico y la consecuente concentración de viajes al punto central de la ciudad incrementan los problemas de movilidad, situación que lleva a la demora de los traslados.

Debido a sus características físicas y sociales, la capital cordobesa requiere de un extenso y complejo sistema de transporte urbano. Existen principalmente cuatro medios de transporte urbano de pasajeros: colectivos, remises y taxis, trolebuses, y ferrourbano. Sin embargo la falta de usuarios, y la obsolescencia de algunos medios de transporte masivo hace que la única alternativa viable sea el uso de los colectivos y los vehículos privados, produciendo congestión vehicular y el aumento de la contaminación.

Capítulo 2: Vehículos del transporte de la ciudad de Córdoba.

Teniendo presente todo lo dicho en el punto 1.7 *Transportes Públicos* del capítulo anterior, se examina y analiza en profundidad los diferentes vehículos que conforman el servicio de ferrourbano, trolebús y colectivos urbanos, dejando de lado taxis y remises debido a que los consideramos como transportes del tipo individual por la cantidad de pasajeros que pueden llevar. Además, orientaremos nuestro trabajo sobre los vehículos de pasajeros masivos, haciendo referencia a aquellos que pueden transportar como mínimo 25 personas.

Luego de cada uno de los análisis de las distintas unidades, se formula por debajo un cuadro con distintos criterios a calificar y esos puntos se realizan en base a la cantidad de estrellas, correspondiendo a:

(*) Estrellas

- 1 estrella (malo),
- 2 estrellas (regular)
- 3 estrellas (bueno)
- 4 estrellas (muy bueno)
- 5 estrellas (excelente)

2.1 Ferrourbano

2.1.1 Ferrocentral Córdoba-Cosquín

Análisis realizado el 17-12-2010, sobre una unidad de clase económica, con destino final la ciudad de Cosquín, horario de partida 9:30 horas.

Carencia de símbolo de accesibilidad en la parte frontal.

Debido a que el ferrourbano transita por algunas villas miserias recibe todo tipo de impactos por parte de esos malvivientes.

Anuncio del destino por medio de leds.

Los colores permiten percibir el vehículo desde lejos.



Espejos retrovisores convencionales.



Protectores acrílicos contra impactos.

Símbolo de accesibilidad.

Desplazamiento lateral de las puertas de acceso.

Los accesos poseen un escalón que facilita la entrada a los vagones.

Ancho total de 65cm, adecuado para el acceso de sillas de ruedas.



Sistema de anclaje para silla de ruedas.

Adecuados pasamanos en altura, principalmente para niños y pasajeros con discapacidades.



Portaequipaje en la parte superior.



Adecuada iluminación, ayudada por los grandes ventanales.

Doble hilera de asientos, marca Grammer.

Única forma de apertura de las ventanas.

2.1.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo

Puntos a calificar (*)	Estrellas	Observaciones
Nivel de ruido	**	Ruido del motor ubicado en el último vagón, se percibe el ruido de las ruedas sobre las vías.
Cantidad y comodidad de asientos	***	Clase económica, 220 asientos Lo malo: no se reclinan, no poseen apoyabrazos, apoya cabeza y apoya pies. Lo bueno: poseen acolchonado, espacio para bolsos en la parte inferior.
Apertura de ventanas	*	4 pequeños paneles poseen una apertura parcial.
Movilidad en el interior	*****	Adecuado ancho del pasillo central, y correcto espacio entre asientos (laterales, delanteros y traseros)
Luminosidad de día	*****	Los grandes ventanales permitan el paso de la luz.
Luminosidad de noche	****	Numerosa cantidad de luces.
Cantidad y altura de pasamanos	****	Adecuada altura de los pasamanos, tanto para niños, ancianos y discapacitados.
Espacio para equipaje	*****	Amplio espacio entre asientos, portaequipajes grandes y resistentes.
Vibración de elementos	***	A pesar de ser un vagón de tren, la vibración en las diferentes partes es baja.
Medidas p/discapacitados	****	Lo bueno: puertas de acceso anchas, sistema de anclaje para sillas de ruedas, adecuados pasamanos en altura, anchos pasillos de circulación. Lo malo: escalón de acceso a la puerta de ingreso, portaequipajes altos, pasamanos faltantes.
Ventilación	*	Debido a problemas de recalentamiento del motor, el aire acondicionado funciona por períodos de tiempo. Sin el mismo, la ventilación dentro de los vagones es pésima debido a que ingresa mucho polvo de tierra y el aire queda estancado.
Elementos de seguridad	**	No posee martillos rompe-vidrios, no tiene salidas de emergencia en la parte superior.
Accesibilidad al vehículo	****	2 puertas corredizas por vagón. Ancho adecuado para el ingreso de personas en sillas de ruedas.
Puesto del conductor	****	Lo bueno: el conductor sólo se encarga de conducir el vehículo debido a que un guardia complementario realiza otras actividades. Lo malo: pocas medidas de seguridad contra actos de hurto o vandalismo.

2.2 Trolebús

En 2008, las tres líneas del servicio de trolebús eran prestadas por 39 coches, 6 de origen chino y el resto rusos, compuestos por 9 articulados y 24 simples, con una antigüedad de casi 20 años.⁹⁰ En la actualidad el servicio cuenta con una flota de 40 troles. La mayoría son los modelos rusos, de los cuales algunos pocos se han reacondicionado.

Los trolebuses rusos Uritzky modelo ZIU 682b adquiridos en 1989 a la firma soviética VVO Technoexport, se destacan por su robustez que pese a tener tantos años en servicio siguen resistiendo y permitiendo la renovación del chasis y del motor.⁹¹

Los modelos articulados tienen una capacidad con 46 asientos y 166 pasajeros totales con una longitud de 17,5 metros.⁹², con un voltaje de tracción de 600V. Los modelos simples tienen una capacidad para 30 pasajeros sentados y 96 pasajeros de pie.

Una de las principales desventajas son los conductos de ventilación de las resistencias, las cuales entregan aire caliente al nivel del piso, y que sumado a las pequeñas ventanillas hacen que sean muy calurosos en los días de verano. Esto se debe a que fueron diseñados para soportar las bajas temperaturas de su país de origen y no se han modificado para las condiciones ambientales de Córdoba. Otro punto en contra es el diseño de sus componentes electromecánicos que emiten una cantidad de decibeles importante.⁹³

Sumado a esto, no cuentan con medidas para personas con movilidad reducida, lo que limita el uso de este transporte a este tipo de usuarios.

Entre 2009 y 2010, TAMSE reacondicionó algunas unidades rusas como medida para mantener la flota en servicio. Las unidades articuladas tienen un largo de 18 metros y una capacidad para 50 pasajeros sentados y más de 100 parados.



Ziu 682b simple



Unidad rusa articulada reacondicionada a mediados de 2010⁹⁴

⁹⁰ MARCONETTI, Diego. *En lugar de nuevos troles, sumarán ómnibus ecológicos*, <http://archivo.lavoz.com.ar/08/11/28/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=468162>, publicado 28-11-2008, (citado 17-07-2011)

⁹¹ MARCONETTI, Diego. *La ciudad vuelve a apostar por los troles*, <http://archivo.lavoz.com.ar/09/11/15/secciones/grancordoba/nota.asp?nota_id=567849>, publicado 15-11-2009, (citado 21-07-2011)

⁹² WIKIPEDIA. *Trolebuses de Córdoba, Historia, Origen*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Trolebuses_de_C%C3%B3rdoba>, última modificación 21-07-2011, (citado 22-07-2011)

⁹³ CANAL DE ROSARIO. *Los trolebuses Ziu de Rosario, o el precio de la ineficiencia*, Empresa Nueva, <<http://trolebusesrosarios.blogspot.com/2009/12/los-trolebuses-ziu-de-rosario-o-el.html>>, publicado 02-11-2009, (citado 24-07-2011)

⁹⁴ DIA A DIA. *Demoras por asamblea de la línea B de trolebuses*, <<http://www.diaadia.com.ar/?q=content/demoras-por-asamblea-de-la-linea-b-de-trolebuses-0>>, publicado 20-08-2010, (citado 22-07-2011)

Por su parte los trolebuses chinos, modelo Shenfeng, fueron adquiridos en 1997, a la empresa Norinco, pero su mala calidad hizo que en el día de la fecha sólo queden 6 en circulación de los 16 comprados. Si bien la ventilación de estas unidades es mejor que las rusas, la falta de repuestos y confiabilidad hizo que muchos queden abandonados en los depósitos.



Trolebuses chinos que resultaron poco duraderos



La mayoría abandonados en depósitos⁹⁵

En septiembre de 2010 se presentó un nuevo trolebús articulado de origen bielorruso con motor híbrido, que circularía a prueba durante cuatro meses. El modelo 333 de la empresa Belkommunmash venía equipado con aire acondicionado y freno antibloqueo, tenía 18 metros de largo y una capacidad para 170 pasajeros. Poseía un motor híbrido diésel-eléctrico y desarrollaba una velocidad máxima de 55 km/h. El motor híbrido permitía que funcionase sin conexión a la catenaria y consumía un 33% menos de energía que los viejos troles rusos.⁹⁶



Trole bielorruso inaugurado⁹⁷

Con la intención de ir reemplazando paulatinamente los troles, la Municipalidad, presentó en Julio de 2011 los dos primeros ómnibus bicuerpos articulados (del total de diez comprados), para cubrir el recorrido extendido de las línea A y B. Cada coche tiene 18 metros de largo y una capacidad de 190 pasajeros.⁹⁸

⁹⁵ RANN24. *Transportes Córdoba*, Autotransporte de las ciudad de Córdoba (colectivos y troles), <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=28>>, posteadado 24-06-2009, (citado 21-07-2011), pp.28, post #549

⁹⁶ LA VOZ. *Luego de 13 años la ciudad suma un nuevo trolebús*, <<http://www.lavoz.com.ar/content/luego-de-13-anos-la-ciudad-suma-un-nuevo-trolebus-euros-por-unidad>>, publicado 20-04-2010, (citado 22-07-2011)

⁹⁷ COLORADOEL38. *Transportes Córdoba*, Autotransporte de las ciudad de Córdoba (colectivos y troles), <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=46>>, posteadado 08-09-2010, (citado 22-07-2011), pp.46, post #910

⁹⁸ LA VOZ. *Presentan los colectivos articulados para el recorrido extendido de los troles*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/presentan-colectivos-articulados-para-recorrido-extendido-troles>>, publicado 21-07-2011, (citado 23-07-2011)

2.2.1 TAMSE, línea C

En este caso se analiza el trole Uritzky modelo ZIU 682, simple, perteneciente a la línea C, administrado por TAMSE. Análisis realizado el 05-10-2010



Inapropiado cartel de anuncio de línea, no es visible desde lejos, no posee sistema de iluminación para la noche y está en mal estado.

No posee símbolo de accesibilidad.

Los colores de la carrocería no ayudan a que se los perciban desde lejos.

Falta de aprovechamiento de las publicidades laterales.



Los conductores son sólo mujeres.

Los parabrisas no poseen degrados en tono para evitar los rayos del sol, por lo cual las conductoras deben utilizar anteojos de sol.

Ventilador agregado para el chofer.

Máquina que emite los boletos.

El acceso al puesto del conductor no es sencillo y además no posee ninguna protección contra actos de robo.

Lector de tarjeta.



Los elementos de seguridad como el matafuego, no se encuentran accesibles al conductor.



La falta de limpieza y mantenimiento de los paneles, y vaguetas, producen las vibraciones y los ruidos dentro de las unidades.

Inadecuado y falta de mantenimiento del sistema de iluminación en el interior.

Los pasamanos superiores y laterales se encuentran inaccesibles a personas discapacitadas.

Sistema de ventilación de los interiores, falta de limpieza de los mismos.

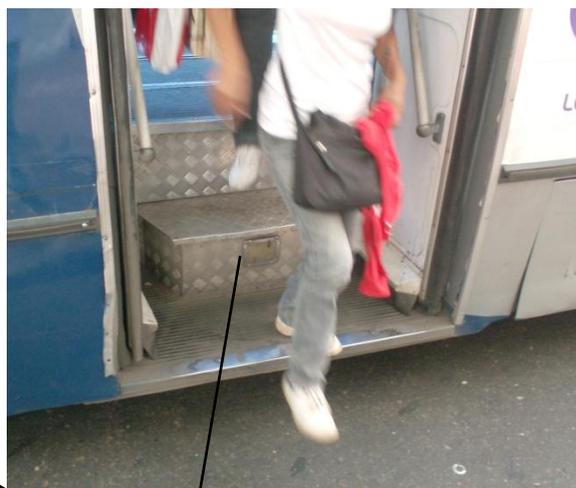


Publicidades dentro de las unidades, sería adecuado también que se informe acerca de los recorridos de las líneas.

Elementos de seguridad, para que en caso de emergencia se pueda romper el vidrio.



Burletes en mal estado.



Escalones tanto en el ascenso y descenso de las unidades.



Timbre de descenso, inalcanzable para discapacitados.

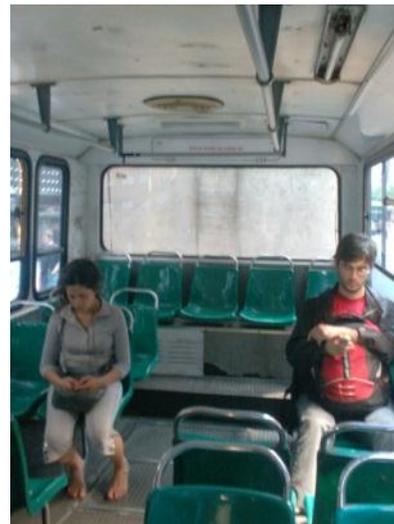


Botón de emergencia para abrir las puertas.



Asientos pocos ergonómicos, resbaladizos y duros.

Ningún espacio para el equipaje.



Distribución de asientos

2.2.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo

Puntos a calificar (*)	Estrellas	Observaciones
Nivel de ruido	**	A pesar de ser un vehículo eléctrico, la falta de mantenimiento produce que muchos elementos vibren y además entre ruido del exterior.
Cantidad y comodidad de asientos	*	30 asientos. No se reclinan, no poseen apoyabrazos, apoya pies ni apoya cabeza, la superficie es deslizante.
Apertura de ventanas	**	Al vencerse los burletes, los vidrios vibran y el cierre no es hermético.
Movilidad en el interior	**	La doble fila de asientos en ambos lado reduce el espacio del pasillo central.
Luminosidad de día	***	Grande ventanales.
Luminosidad de noche	**	Inadecuada iluminación y falta de mantenimiento.
Cantidad y altura de pasamanos	**	La mayoría de los pasamanos se encuentran a una altura inalcanzable para discapacitados.
Espacio para equipaje	*	Los asientos están muy cercanos y los soportes de los asientos quitan espacio por debajo de los mismos.
Vibración de elementos	*	La falta de mantenimiento hace que vibren todos los elementos. Juntas de aluminio.
Medidas p/discapacitados	*	El acceso es dificultoso p/sillas de ruedas porque posee escalones, los pasamanos no están en altura adecuada, el timbre para el descenso no está al alcance, el pasillo no tiene el ancho adecuado, no hay lugar reservado p/sillas de ruedas.
Ventilación	*	Poca hermeticidad debido a la a falta de mantenimiento de los burletes, no tiene aire acondicionado y además son muy calurosos.
Elementos de seguridad	**	Sólo posee martillos para romper los vidrios y un solo mata-fuego, no tiene salidas de emergencia.
Accesibilidad al vehículo	*	2 puertas, de un ancho inadecuado para sillas de ruedas. Posee tres escalones, tanto para el acceso y el descenso, el primer escalón está alto con respecto al cordón de la vereda.
Puesto del conductor	*	Ninguna medida de seguridad contra actos de hurto o vandalismo, no posee ventilación, la conductora debe realizar múltiples actividades, el acceso al puesto de conducción es dificultoso.

2.2.2 TAMSE, línea A

Análisis realizado el 05-10-2010 sobre el trole Belkommunmash, de la línea A de TAMSE.



Adecuado sistema de información de línea/destino.

Leve tonalidad dorada del parabrisas que facilita al chofer la conducción debido a que reduce la luminosidad del sol.

Colores adecuados para percibirlo desde lejos.

Amplias puertas de acceso y descenso, carrocería de piso bajo.



Simbología de accesibilidad



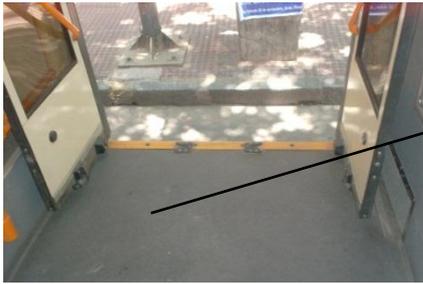
Indicador digital de hora y fecha.

Como se puede observar la cabina del conductor está aislada de los pasajeros, lo que permite que pueda concentrarse sólo en el manejo.

Paneles acrílicos, que sirven de protección contra actos de vandalismo.

La cabina de conductor también posee un lugar para un acompañante, el cual puede estar más atento a las necesidades de los usuarios.

Entretenimiento dentro de las unidades.



Ancho adecuado para el ascenso y descenso de personas de movilidad reducida, aunque no se puede ver en la imagen, este vehículo posee una plataforma de descenso para personas en sillas de ruedas.

Además de los pasamanos, dispone de agarraderas para una mayor seguridad en la sujeción.



Asientos cómodos y acolchonados.

Espacio libre tanto para bolsos y pies, lo que también facilita a su limpieza.



Timbre de descenso para personas discapacitadas

Indicación de lugar reserva para sillas de ruedas y cochecitos de bebés.



Distribución de los asientos⁹⁹

⁹⁹ ELGABIARQ. *Transportes Córdoba*, Autotransporte de las ciudad de Córdoba (colectivos y troles), <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=46>>, postado 07-09-2010, (citado 22-07-2011), pp.46, post #902

2.2.2.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo

Puntos a calificar (*)	Estrellas	Observaciones
Nivel de ruido	*****	La aislación del ruido es perfecta, debe aclararse que la unidad es recientemente puesta en servicio.
Cantidad y comodidad de asientos	****	48 asientos A pesar de que no cuentan con apoya cabeza y apoya brazos, son muy cómodos.
Apertura de ventanas	***	Sólo algunas ventanas se pueden abrir, pero ello no es problema porque el aire acondicionado hace que se mantenga fresco el interior de la unidad.
Movilidad en el interior	****	Pasillos anchos.
Luminosidad de día	*****	Los grandes ventanales hacen que entre la mayor cantidad de luz solar.
Luminosidad de noche	****	La iluminación podría realizarse por medio de leds, pero es la adecuada.
Cantidad y altura de pasamanos	*****	Cantidad necesaria y adecuada para las personas discapacitadas, niños y ancianos.
Espacio para equipaje	****	La sujeción lateral de los asientos proporciona un buen espacio para bolsos y las piernas.
Vibración de elementos	*****	No posee ninguna vibración de elementos alguna.
Medidas p/discapacitados	*****	Espacios reservados para sillas de ruedas y cochecitos de bebés, timbres en varias partes y altura adecuada, ancho de pasillo adecuado, puertas de ascenso y descenso amplias.
Ventilación	*****	Aire acondicionado.
Elementos de seguridad	****	Martillos rompe-vidrios, grandes ventanales que sirve como salidas de emergencia.
Accesibilidad al vehículo	*****	3 puertas. Ancho adecuado en la puerta de entrada, pasillos amplios y despejados de obstáculos.
Puesto del conductor	*****	Aislado de los pasajeros, lugar para acompañante, seguridad ante robos.

2.3 Colectivos

Los colectivos de las tres empresas que manejan el servicio de transporte en la ciudad, están carrozados por varios fabricantes tales como Tatsa, Galicia, Marcopolo, Busscar, Metalpar, Ugarte, El Detalle, Itabus, entre otras. En este último tiempo se está produciendo un gran recambio de las unidades en las empresas, principalmente proporcionadas por Metalpar y Tatsa, debido en parte a la caída de algunas fábricas (El Detalle, Ugarte, Busscar)

2.3.1 Ciudad de Córdoba

La empresa Ciudad de Córdoba, responsable de los corredores azul y celeste, se caracteriza por tener unidades con carrocerías de varios fabricantes, como Itabus, Metalpar, Tatsa y Galicia; no obstante la mayoría pertenecen a esta última con chasis Volkswagen.



Carrocería Metalpar – Chasis Mercedes Benz¹⁰⁰



Carrocería Galicia – Chasis Volkswagen¹⁰¹



Carrocería Itabus – Chasis M. Benz¹⁰²



Tatsa modelo Puma D12¹⁰³

¹⁰⁰ TODOBONDISNEWS. "Ciudad de Córdoba" suma 11 Okm mas, <http://todobondis.metroblog.com/ciudad_de_cordoba_suma_11_Okm_mas>, publicado 02-03-2011, (citado 22-07-2011)

¹⁰¹ OGA, Facundo. Carrocerías de Argentina, Galicia, <<http://www.bus-america.com/galeria/displayimage.php?album=114&pos=109>>, s.f. (citado 22-07-2011)

¹⁰² WORLD_VEHICLES. Vehículos en general, <http://www.fotolog.com/world_vehicles/16064535>, posteo 11-05-2010, (citado 22-07-2011)

¹⁰³ OGA, Facundo. Bondis_09, <http://www.fotolog.com/buses_en_cordoba/54997418>, posteo 15-11-2010, (citado 22-07-2011)

2.3.1.1 Línea A3

Análisis realizado el 05-10-2010, sobre la línea A3, coche Volksbus 17-210, carrocería Galicia.



El cartel de anuncio de recorrido y de línea no se llega apreciar a la distancia y en la noche.

Los parabrisas tienen una franja de un tono más oscuro para apaciguar los rayos del sol.

Únicos pasamanos para el ingreso al colectivo.



3 escalones para el ingreso

Imposible el acceso para personas en silla de ruedas.



Parte del pasamanos ubicado al final del pasillo.

Tipo de iluminación utilizada en el interior

Espejo trasero utilizado para observar el descenso de los pasajeros.





Espejo utilizado para controlar a los pasajeros.

Este espejo es usado simultáneamente con uno que está ubicado en la parte trasera para observar el descenso de los pasajeros.

Espejo suplementario para observar el interior.

El chofer realiza múltiples actividades, recibe el pago de cospeles, brinda información a los usuarios, selecciona el tipo de pasaje, está atento al tráfico, acciona el sistema de apertura de las puertas, etc.



Protección del chofer en caso de colisión, para que no sea aplastado por los pasajeros.

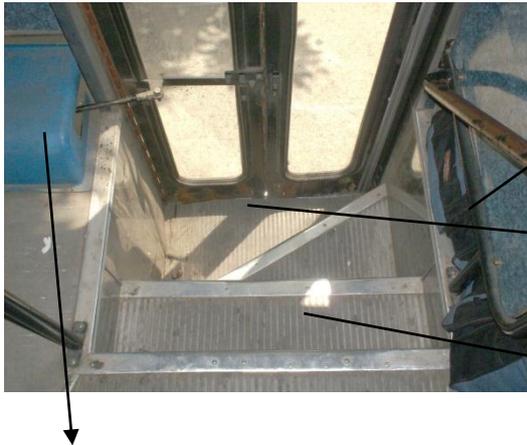


Sistema de control de recorridos.



El asiento está formado por dos mitades polietileno, son duros y posee una superficie lisa resbaladiza.

Falta de mantenimiento y limpieza de los asientos.



Equipaje de alguno de los pasajeros.

Óxido de las puertas debido al constante contacto con la humedad.

4 escalones que hacen muy difícil el descenso de personas discapacitadas y en sillas de ruedas.

Sistema neumático de apertura de las puertas.

El timbre para descenso sólo se encuentra en un pasamanos, a una altura adecuada para la mayoría de las personas.



no

Salidas de ventilación.



Distribución de los pasamanos.

Distribución de los asientos, doble fila a la derecha y simple fila a la izquierda.

2.3.1.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo

Puntos a calificar (*)	Estrellas	Observaciones
Nivel de ruido	***	Debido a la falta de aislación acústica de los burletes de las ventanas y de la tapa del motor.
Cantidad y comodidad de asientos	**	46 asientos Duros, lisos, sin apoya cabeza, ni apoya pies.
Apertura de ventanas	***	A pesar que la mayoría de los ventanales tienen apertura, la misma es limitada.
Movilidad en el interior	***	Doble fila de asientos a la derecha y simple fila a la izquierda, pasillo adecuado.
Luminosidad de día	****	Los grandes ventanales permiten el paso de los rayos del sol, iluminando todo el interior.
Luminosidad de noche	***	El sistema de iluminación no es el adecuado para trayectos en donde la luz externa de las calles es poca.
Cantidad y altura de pasamanos	**	Los mínimos, no están adecuados para ancianos, niños, y discapacitados.
Espacio para equipaje	**	Casi inexistente, debido a los soportes que sujetan a los asientos.
Vibración de elementos	***	Cuando se vencen los burletes y las juntas de goma, los paneles empiezan a vibrar.
Medidas p/discapacitados	*	Ninguna, escalones en el ascenso, en el descenso, el timbre está alto, no hay espacios para sillas de ruedas, el ancho del ingreso es muy angosto.
Ventilación	***	Convencional, no hay aire acondicionado.
Elementos de seguridad	***	Martillo rompe vidrio.
Accesibilidad al vehículo	**	2 puertas. Altos y varios escalones al ingreso, debido a que el motor se encuentra en la parte delantera del vehículo dificulta el normal acceso al mismo.
Puesto del conductor	***	Falta de protección contra robos, simultáneas actividades (recibo de cospeles, brindar información a los pasajeros, apertura y cierre de las puertas de ingreso y egreso, estar atento al timbre de descenso, estar en hora con los recorridos, estar atento a los pasajeros de las paradas, conducir en el caótico tránsito de las horas pico)

2.3.1.2 Línea A1

Análisis realizado el 05-10-2010 sobre la línea A1, coche Mercedes Benz OF 1722, carrocería Italbus modelo Bello.



Cartel de anuncio de línea y recorrido iluminado con leds azules, lo cual dificulta su visión en el día.

Carrocería de piso bajo, sin embargo posee 4 escalones en el ingreso.

Sólo un pasamanos para el ingreso



Demasiados instrumentos a los cuales tiene que prestar atención el chofer

Perilla de apertura y cierre de las puertas



Máquina emisora de boletos

Protección del conductor en caso de frenada brusca para no ser aplastado por los pasajeros posteriores.

Matafuego fuera del alcance del chofer.





4 escalones para el ingreso y espacio angosto para personas discapacitadas



4 escalones para el descenso



Espejo utilizado simultáneamente con uno trasero para observar el descenso de los pasajeros



Normal ascenso de pasajeros

2.3.1.2.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo

Puntos a calificar (*)	Estrellas	Observaciones
Nivel de ruido	****	El tener el motor en la parte delantera provoca menos ruidos para los pasajeros, sin embargo es más fastidioso para el conductor.
Cantidad y comodidad de asientos	***	46 asientos Poseen acolchonado, sin apoya cabeza, ni apoya pies.
Apertura de ventanas	***	Apertura en la mayoría de los ventanales.
Movilidad en el interior	***	Doble fila de asientos a la derecha y simple fila a la izquierda.
Luminosidad de día	****	Los grandes ventanales permiten el paso de los rayos del sol, iluminando todo el interior.
Luminosidad de noche	***	El sistema de iluminación no es el adecuado para trayectos en donde la luz externa de las calles es leve.
Cantidad y altura de pasamanos	**	Los mínimos, no están adecuados para ancianos, niños, y discapacitados.
Espacio para equipaje	**	Casi inexistente, debido a los soportes que sujetan a los asientos ocupan espacio.
Vibración de elementos	***	Cuando se vencen los burletes y las juntas de goma, los paneles empiezan a vibrar.
Medidas p/discapacitados	*	Ninguna, escalones en el ascenso, en el descenso, el timbre está alto, no hay espacios para sillas de ruedas, el ingreso es muy angosto.
Ventilación	***	Convencional, no hay aire acondicionado.
Elementos de seguridad	***	2 martillos rompe vidrio, 1 mata fuego
Accesibilidad al vehículo	**	2 puertas. Altos y varios escalones al ingreso, debido a que el motor se encuentra en la parte delantera del vehículo, dificulta el ingreso al mismo.
Puesto del conductor	***	Falta de protección contra robos, simultáneas actividades (recibo de cospeles, brindar información a los pasajeros, apertura y cierre de las puertas de ingreso y egreso, estar atento al timbre de descenso, estar en hora con los recorridos, estar atento a los pasajeros de las paradas, conducir en el caótico tránsito de las horas pico)

2.3.2 Coniferal

La mayoría de los vehículos de la empresa Coniferal están equipados con carrocerías Metalpar modelo Tronador Urbano, tanto de la primera, como de la segunda versión montadas sobre chasis Mercedes Benz. La diferencia principal entre estas versiones radica en la modificación estética de la trompa y el agregado de un vidrio lateral después de los primeros parantes. La capacidad para pasajeros sentados sigue siendo la misma: 42 asientos.¹⁰⁴



Metalpar Tronador primera versión



*Metalpar Tronador segunda versión*¹⁰⁵

También cuenta con unidades carrozadas Marcopolo modelo Torino GV y Torino G6 sobre chasis Mercedes Benz OH-1721 L-SB, OF1721 y Scania F94HB



*Marcopolo Torino GV*¹⁰⁶



*Marcopolo Torino G6*¹⁰⁷

¹⁰⁴ METALPAR. *Mod. Motor delantero*, <<http://www.metalpar.com.ar/motor-delantero.php>>, s.f. (citado 22-07-2011)

¹⁰⁵ TODOBONDIS. *Coniferal: ¿En el transporte interurbano 2011?*, <http://todobondis.metroblog.com/coniferal_en_el_transporte_interurbano_2011>, postado 15-02-2011, (citado 22-07-2011)

¹⁰⁶ BONDIS_09. *Transporte, Colectivos, Tus fotos!*, <<http://www.forotransportes.com/showthread.php?t=3886&page=66>>, postado 27-10-2010, (citado 22-07-2011), pp.66, post #658

¹⁰⁷ SANCHEZ, Roger. *Coniferal 145*, <<http://www.metroflog.com/todobondis/20110301/3>>, postado 01-03-2011, (citado 22-07-2011)

La empresa a finales del 2010 estuvo probando con la línea N8 en forma experimental un colectivo articulado de 18 metros de largo, con una capacidad para 140 pasajeros; con la intención de incorporarlo a la flota. Pero hasta el momento, Coniferal no ha confirmado nada.¹⁰⁸



Carrocería Colcar y chasis Mercedes Benz, con capacidad para 140 pasajeros

2.3.3 TAMSE

Los colectivos de TAMSE, están equipados con carrocerías Metalpar modelo Tronador Urbano y algunas pocas unidades, con Metalpar modelo Tronador Movilidad Reducida. Debido a la versatilidad de estas carrocerías se las puede montar sobre una serie de varios chasis como: Agrale MT-12, Mercedes Benz O 500 U/59, Mercedes Benz OH-1315/52, Mercedes Benz OF-1722/59, Mercedes Benz OF-1418/52, Volkswagen 17.210 OD, Iveco CC 170 E22. Este tipo de carrocería tiene una capacidad para 42 pasajeros.

Además también cuentan con coches Tatsa modelo Puma D12, de puerta de descenso central.



Carrocería Metalpar sobre chasis Iveco

También cuentan con coches Tatsa modelo Puma D12, de puerta de descenso central.



Tatsa Puma D12¹⁰⁹



PUMA D12¹¹⁰

¹⁰⁸ CADENA3.COM. Durante un mes probarán un ómnibus articulado en la línea N8, <<http://www.cadena3.com/contenido/2010/10/25/64390.asp>>, 26-10-2010, (citado 22-07-2011)

En TAMSE, la mayoría de las unidades diferenciales están montadas sobre carrocerías Tatsa modelo Puma D12, aunque las unidades iniciales son Metalpar modelo Tronador.



Las primeras unidades fueron carrozadas por Metalpar¹⁰⁹



Unidades de la línea diferencial, equipadas con carrocería Tatsa

¹⁰⁹ TODOBONDISNEWS. TAMSE incorpora nuevas unidades, <http://todobondis.metroblog.com/tamse_incorporara_nuevas_unidades>, publicado 24-02-2011, (citado 22-07-2011)

¹¹⁰ SANCHEZ, Roger. TAMSE Full 18 (0km!), <<http://www.metroflog.com/todobondis/20110304/2>>, posteoado 04-03-2011, (citado 22-07-2011)

¹¹¹ QEUN. Transportes Córdoba, Autotransporte de las ciudad de Córdoba (colectivos y troles), <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=448490&page=14>>, posteoado 24-08-2008, (citado 20-07-2011), pp.14, post #277

2.3.3.1 Diferencial D4

Análisis realizado el 05-10-2010, sobre la unidad Tatsa modelo Puma D12, perteneciente a la línea D4, con destino a la Universidad Siglo 21.



La línea tiene un tamaño adecuado para percibirlo desde lejos, y se produce el cambio de destino para indicar el principio y final del recorrido.

Amplios parabrisas pero no cuentan con degradados de tonalidad para evitar la luminosidad del sol.

Colectivos de piso bajo, que facilitan el acceso a las mismas.

Puerta central con dimensiones adecuadas para el descenso de personas de movilidad reducida.

La lectora de la tarjeta está ubicada correctamente en el ingreso.

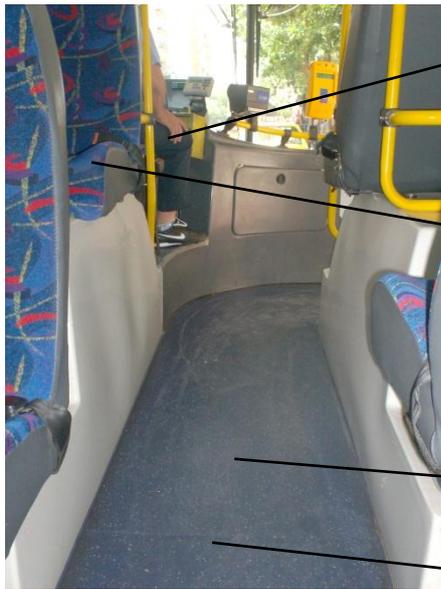
Apoya brazos que facilita el acceso a la unidad



Según el chofer, el puesto del conductor resulta muy cómodo, y se puede observar que están bien resueltas las cuestiones ergonómicas

Pocos botones y dispositivos que no complican al conductor

Depósito para cospeles, ubicado en un lugar tentador para los ladrones

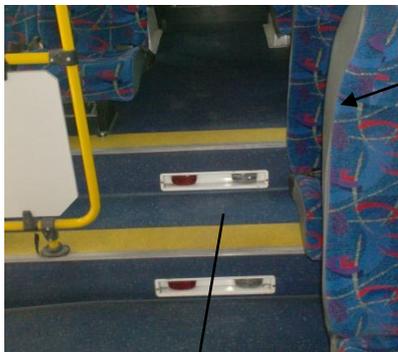


El puesto del conductor se encuentra en un nivel superior que el piso del colectivo.

Las primeras filas ubicadas detrás del conductor, están orientadas en sentido contrario al avance de vehículo. Por experiencia propia sentarse en los mismos produce mareo durante los trayectos.

Ancho inadecuado para personas de movilidad reducida.

Buen grip del piso de la unidad.



El interior de la unidad está distribuido de manera tal para que las primeras plazas, en donde se encuentra el piso bajo, estén destinadas para personas de movilidad reducida y las unidades posteriores, ubicadas después de los escalones, para el resto de los pasajeros.

Los escalones para acceder a la parte trasera del colectivo poseen iluminación y franjas amarillas para su identificación.

Sistema de ventilación del colectivo.

Los escalones también están señalizados en la parte superior del vehículo.



2.3.3.1.1 Cuadro de evaluación del interior del vehículo

Puntos a calificar (*)	Estrellas	Observaciones
Nivel de ruido	****	En el interior el nivel de ruido es el adecuado, tal vez por ser una unidad nueva en la cual no vibran sus elementos. El motor ubicado en la parte trasera se escucha pero con un nivel de ruido leve.
Cantidad y comodidad de asientos	****	26 asientos Poseen acolchonado, con cabeceras, cinturones de seguridad, muy cómodos. Los asientos de la parte posterior poseen una inclinación menor, por lo cual resultan un poco más incómodos. Los asientos ubicados en sentido contrario al avance del coche, pueden producir mareos.
Apertura de ventanas	**	4 pequeñas ventanillas que se pueden abrir, pero esto se contrarresta con el aire acondicionado de la unidad.
Movilidad en el interior	***	Aunque el piso sea bajo, el pasillo del ingreso no permite el paso de personas en sillas de ruedas.
Luminosidad de día	****	Los grandes ventanales permiten el paso de los rayos del sol, iluminando todo el interior. Además cuenta con cortinas.
Luminosidad de noche	****	El sistema de iluminación es el adecuado.
Cantidad y altura de pasamanos	***	Los necesarios y resaltados por el color amarillo.
Espacio para equipaje	**	Casi inexistente, debido al tipo de asiento.
Vibración de elementos	****	Inexistente, tal vez por ser unidades nuevas.
Medidas p/discapacitados	***	Los primeros asientos reservados y con mayor espacio para personas de movilidad reducida. La puerta central tiene dimensiones adecuadas. Piso bajo en casi todo el interior del vehículo, lo que facilita el ingreso a los pasajeros. Posee un sistema de suspensión regulación de altura.
Ventilación	*****	Climatizador.
Elementos de seguridad	****	Martillos rompe vidrio, 1 mata fuego, grandes ventanales que en caso de accidente pueden permitir el escape.
Accesibilidad al vehículo	****	2 puertas. Piso bajo, ayudado por la regulación en altura de la suspensión.
Puesto del conductor	****	Ergonómicamente bien resuelto.

2.4 Conclusión del capítulo

La mayoría de los vehículos del transporte de pasajeros se caracterizan por:

- Funcionar con motor de combustión interna, lo que produce la emisión de contaminantes atmosféricos,
- Poseer poca insonorización en el interior,
- Pocas medidas de accesibilidad para personas con movilidad reducida,
- Asientos incómodos, y poco ergonómicos.

Lo que se puede percibir en general que las únicas unidades que se van renovando anualmente son los colectivos, debido a que son el medio de transporte más utilizado y por el otro lado, poco a poco se están sacando de circulación los trolebuses y consigo todas las ventajas que tiene este medio.

Capítulo 3: Medio ambiente

La mayoría de los problemas derivados de los transportes se producen y soportan dentro de las propias ciudades, pero otros, como la emisión de gases de efecto invernadero, tienen mucha mayor trascendencia y en el plano espacial repercuten a escala global, y en el temporal puede afectar a las generaciones venideras.

La contaminación es un tema complejo y con muchas ramas de análisis. En este trabajo se centra el foco de atención en aquellos aspectos contaminantes provenientes directa e indirectamente de los vehículos automotores, sin dejar de lado los conceptos esenciales que son importantes para entender esta problemática. Gran parte de la estructuración de este capítulo está basado en el trabajo de: *La Contaminación Atmosférica* de José Marcano.¹¹²

3.1 Contaminación atmosférica

“Se considera el aire como un bien común limitado, indispensable para la vida; por lo tanto, su utilización debe estar sujeta a normas que eviten el deterioro de su calidad por el uso o abuso indebido del mismo, de tal modo que se preserve su pureza como garantía del normal desarrollo de los seres vivos sobre la Tierra (...)”

Marcano José

La exigencia de un aire limpio y puro proviene, en principio, del público en general ante su creciente preocupación por los problemas de contaminación atmosférica originados como consecuencia de la evolución de la tecnología moderna; y la previsión del aumento continuo de las emisiones de contaminantes a la atmósfera que alteran el equilibrio natural existente entre los distintos ecosistemas, afectando la salud de los humanos y a los bienes materiales o, incluso, provocando cambios catastróficos en el clima terrestre.

La atmósfera terrestre es finita y su capacidad de autodepuración, aunque todavía no es muy conocida, también parece tener sus límites. La emisión a la atmósfera de sustancias contaminantes en cantidades crecientes como consecuencia de la expansión demográfica mundial y el progreso de la industria, han provocado aumentos en la mortalidad y morbilidad (cantidad de personas que son considerados enfermos o que son víctimas de enfermedad en un espacio y tiempo determinados), existiendo pruebas abundantes de que, en general, las concentraciones elevadas de contaminantes en el aire atentan contra la salud de los seres humanos.

Se entiende por *contaminación atmosférica* a la presencia en el aire de sustancias o formas de energía que alteren la calidad del mismo, de modo que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

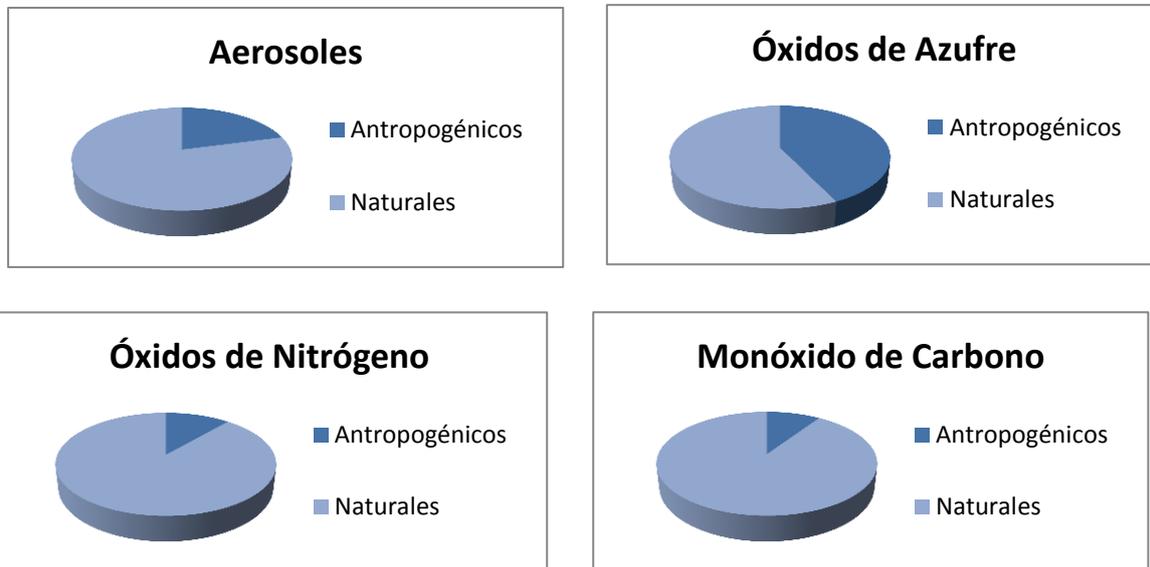
De la definición de contaminación atmosférica establecida, se desprende que el que una sustancia sea considerada contaminante o no dependerá de los efectos que produzca sobre sus receptores. Se consideran contaminantes aquellas sustancias que pueden dar lugar a riesgo o daño, para las personas o bienes en determinadas circunstancias.

Con frecuencia los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar según su fuente de emisión, es decir en naturales y antropogénicos. Los contaminantes naturales ocurren en cantidades

¹¹² MARCANO, José E. *La Contaminación Atmosférica*, Los Contaminantes Atmosféricos, <<http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2.html>>, s.f., (citado 27-07-2011)

mayores que los antropogénicos, sin embargo estos últimos presentan la amenaza más significativa a largo plazo para la biosfera.

En los gráficos siguientes se reflejan los porcentajes de los tipos de contaminantes en las distintas fuentes:



3.1.1 Principales fuentes de emisión de contaminantes antropogénicos

Los principales focos de contaminación de origen antropogénico son:

- Contaminantes emitidos por los vehículos,
- Calefacciones domésticas,
- Calderas industriales de generación de calor,
- Contaminantes emitidos por la industria.

3.1.1.1 Contaminantes emitidos por los vehículos

En las últimas décadas, el automóvil ha aparecido en forma masiva en las ciudades, contribuyendo a incrementar los problemas de contaminación atmosféricos como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape. En los análisis de los gases de escape podemos encontrar hasta 107 sustancias diferentes y los elementos con mayor predominancia son:

- Monóxido de carbono (CO): generado en los motores de gasolina y cuyo mayor peligro reside en el desplazamiento del oxígeno.
- Dióxido de carbono (CO₂): no tóxico pero causante del efecto invernadero, presente en motores diésel y gasolina.
- Hidrocarburos (HC): producidos en toda mezcla no estequiométrica (perfecta), representan un grave daño al medio ambiente por su liberación a la atmósfera, además de estar considerados con elementos cancerígenos. Presentes en motores diésel y gasolina.
- Agua (H₂O): agua emitida a la atmósfera en forma de vapor y que no representa toxicidad alguna. Presente en motores de gasolina.
- Partículas: muy contaminantes, elementos como el azufre y derivados del petróleo que son emitidos a la atmósfera. Presente en motores diésel.

- Óxidos de nitrógeno (NO_x): de los elementos más contaminantes por la creación de ozono, lluvia ácida y efecto invernadero. Presente en motores diésel.
- Nitrógeno (N₂): su único inconveniente es la creación de ozono (O₃). Presente en diésel y gasolina.

No todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstas dependerán del tipo de motor que se utilice. El Diésel es un combustible más contaminante que la gasolina, no por la cantidad de emisiones en número, sino por la toxicidad de los componentes derivados de su combustión. Según un ensayo práctico estableció que un litro de gasolina quemado es capaz de liberar 2,37 kg de CO₂, por los 2,65 kg generados por el mismo litro de Diésel.¹¹³

3.1.1.2 Calefacciones domésticas

Las instalaciones de calefacción domésticas son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica de las grandes ciudades. Este tipo de focos puede contribuir con un 20 a 30% de las emisiones totales a la atmósfera en áreas urbanas. Los principales contaminantes producidos dependen del tipo de combustible empleado.

En el caso del carbón los principales contaminantes producidos son: anhídrido sulfuroso, cenizas volantes, hollines, metales pesados y óxidos de nitrógeno. Cuando el combustible empleado es líquido (gasoil), los principales contaminantes emitidos son: SO₂, SO₃, NO_x, hidrocarburos volátiles no quemados y partículas carbonosas.

El gas natural es el combustible más limpio de los actualmente disponibles para calefacción, siendo su producción de contaminantes despreciable respecto a los otros combustibles.



Las calefacciones domésticas contribuyen en un 20 a 30% de las emisiones contaminantes en áreas urbanas¹¹⁴

3.1.1.3 Calderas industriales de generación de calor

Entre las distintas fuentes de contaminación atmosférica de origen industrial, la combustión de combustibles fósiles para la generación de calor y electricidad ocupa un lugar preponderante, tanto por la cantidad como por los tipos de contaminantes emitidos. Especial atención merecen las centrales térmicas de producción de electricidad.

Los combustibles utilizados por este tipo de instalaciones son el carbón y el fuel-oil. La producción de contaminantes depende en gran medida de la calidad del combustible, en especial de las proporciones de azufre y cenizas contenidas en el mismo y del tipo de proceso de combustión empleado.

¹¹³ CLAVERO, David. *Emisiones, consumos y nuevas leyes: arrojamos un poco de luz a todo este asunto*, <<http://www.tecmovia.com/2011/11/16/emisiones-consumos-y-nuevas-leyes-arrojamos-un-poco-de-luz-a-todo-este-asunto/>>, publicado 16-11-2011, (citado 21-11-2011)

¹¹⁴ ABCPEDIA. *Instalación de sistemas de calefacción*, Sistemas de calefacción, <<http://www.abcpedia.com/instalaciones/calefaccion.html>>, s.f., (citado 28-07-2011)

Durante el proceso de combustión se libera a la atmósfera el azufre contenido en el combustible en forma de anhídrido sulfuroso. Junto con otros contaminantes como óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, metales pesados y una gran variedad de sustancias. Cuando se utiliza como combustible el carbón, se emiten abundantes partículas finas que pueden ser trasladadas a grandes distancias.



Las centrales térmicas liberan grandes cantidades de azufre.

3.1.1.4 Contaminantes emitidos por la industria

La contaminación de origen industrial se caracteriza por la gran cantidad de contaminantes producidos en las distintas fases de los procesos industriales y por la variedad de los mismos. Por otra parte, en los focos de emisión industriales se suelen combinar las emisiones puntuales, fácilmente controlables, con emisiones difusas de difícil control.

Los tipos de contaminantes producidos por los focos industriales dependen fundamentalmente del tipo de proceso de producción empleado, de la tecnología utilizada y de las materias primas usadas. Las actividades industriales que producen contaminantes atmosféricos son muy variadas, pero los principales focos están en los procesos productivos utilizados en las industrias básicas.

Entre los sectores que dan lugar a la mayor emisión de contaminantes atmosféricos podemos destacar:

- Siderurgia integral: produce todo tipo de contaminantes y en cantidades importantes, siendo los principales partículas, SO_x, CO, NO_x, fluoruros y humos rojos (óxidos de hierro).
- Refinerías de petróleo: producen principalmente SO_x, HC, CO, NO_x, amoníaco, humos y partículas.
- Industria química: produce dependiendo del tipo de proceso empleado SO₂, nieblas de ácidos sulfúrico, nítrico y fosfórico, da lugar a la producción de olores desagradables.
- Industrias básicas del aluminio y derivados del flúor: producen emisiones de contaminantes derivados del flúor.



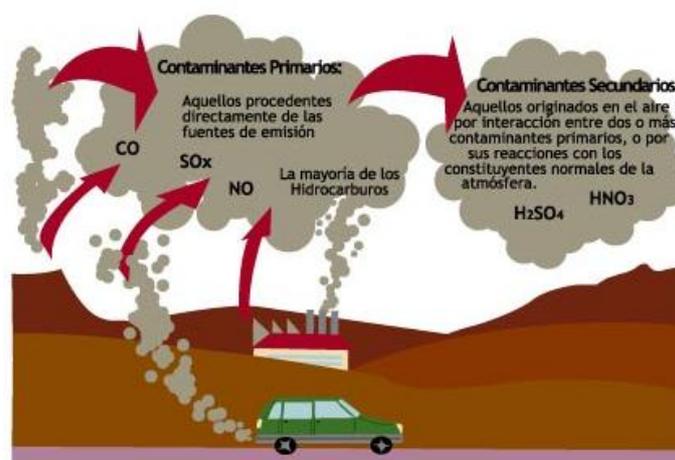
Siderúrgica Refinería Industrial Química, todas fuentes de emisión de contaminantes.^{115 116 117}

¹¹⁵ KALIPEDIA. Fotos, Industria pesada básica. Planta siderúrgica, <http://www.kalipedia.com/fotos/industria-pesada-basica-planta.html?x=20070417klpgeogra_173.les>, s.f. (citado 28-07-2011)

3.1.2 Contaminantes primarios y secundarios

Los contaminantes también se pueden clasificar en primarios y secundarios. Los primeros son lo que se emiten directamente a la atmósfera en forma de aerosoles, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y otros menos frecuentes como halógenos, componentes orgánicos, metales pesados y partículas minerales.

Los contaminantes atmosféricos secundarios no se vierten directamente a la atmósfera desde los focos emisores, sino que se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios en el seno de la misma. Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico, el ozono, cetonas, aldehídos, radicales libres, etc.



Representación gráfica de los contaminantes emitidos a la atmósfera¹¹⁸

3.1.3. Principales contaminantes atmosféricos

Algunos de los principales contaminantes atmosféricos son sustancias que se encuentran en forma natural en la atmósfera. Los consideramos contaminantes cuando sus concentraciones son notablemente más elevadas que en la situación normal. Entre los mismos podemos nombrar:

- Clorofluorocarbono (CFC)
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Óxidos de azufre (SO_x)
- Hidrocarburos (HC)
- Ozono (O_3)
- Metales tóxicos

¹¹⁶ JOSE. Irán abrirá la mayor refinería en el ME, <<http://cazasyhelicopteros.blogspot.com/2011/01/iran-para-abrir-la-mayor-refineria-de.html>>, publicado 28-01-2011, (citado 28-07-2011)

¹¹⁷ UNDERBIX. Chimeneas de Industria Química, <<http://www.ingenieriaquimica.org/imagenes/chimeneas-industria-quimica>>, publicado 25-03-2009, (citado 28-07-2011)

¹¹⁸ VALERIA1997. "Contaminantes Primarios y Secundarios", <<http://valeria1997.wordpress.com/2011/04/03/contaminantes-primarios-y-secundarios/>>, postado 03-04-2011, (citado 27-07-2011)

3.1.3.1 Clorofluorocarbono (CFC)

Desde los años '60 se ha demostrado que los clorofluorocarbonos (CFC), tienen efectos potencialmente negativos, contribuyen de manera muy importante a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, así como a incrementar el efecto invernadero. El protocolo de Montreal puso fin a la producción de la gran mayoría de productos, que utilizaban los CFC.

3.1.3.2 Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Su vida media en la atmósfera es de 1 a 2 meses. Es muy peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal.

El CO tiene como fuente natural (en una baja proporción) gases volcánicos, gases emanados de los pantanos y de las minas de carbón, las tormentas eléctricas, los incendios, así como el metabolismo de plantas y animales acuáticos y terrestres.

La mayor fuente de producción de CO es el motor de combustión interna, su concentración puede alcanzar hasta 115 ppm en embotellamientos de vehículos. Para abatir estas emisiones se ha adoptado por instalar los convertidores catalíticos en los automóviles, con lo que se reduce hasta un 90% las emisiones de CO.¹¹⁹

3.1.3.3 Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono o anhídrido carbónico es un gas incoloro e inodoro, no tóxico más denso que el aire, sin embargo la concentración de del mismo en la atmósfera, está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía y es teóricamente posible demostrar que es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra (efecto invernadero). Su vida media en la atmósfera es de 50 a 200 años. La reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera permitiría que el ciclo total de carbono alcanzara el equilibrio a través de los grandes sumideros de carbono como son el océano profundo y los sedimentos.

3.1.3.4 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Los contaminantes que poseen en su molécula algún átomo de nitrógeno pueden clasificarse en tres grupos diferentes: formas orgánicas, formas oxidadas y formas reducidas.

Se conocen ocho óxidos de nitrógeno distintos, pero normalmente sólo tienen interés como contaminantes dos de ellos, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). El resto se encuentra en equilibrio con estos dos, pero en concentraciones tan bajas que carecen de importancia.

El óxido nítrico (NO) es un gas incoloro y no inflamable, pero inodoro y tóxico. El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas pardo-rojizo, no es inflamable pero sí tóxico y se caracteriza por un olor muy asfixiante.

Se utiliza normalmente la notación NO_x para representar colectivamente al NO y al NO₂ implicados en la contaminación del aire. Son importantes contribuyentes potenciales de fenómenos

¹¹⁹ LOMELÍ, María Guadalupe. *Contaminación Atmosférica*, Monóxido de carbono, <<http://www.sagan-gea.org/hojared/CAtm.html>>, s.f., (citado 06-08-2011)

nocivos como la lluvia ácida y la eutrofización en las zonas costeras. La eutrofización ocurre cuando un cuerpo de agua sufre un notable incremento de nutrientes como los nitratos reduciendo la cantidad de oxígeno disuelto, transformando el ambiente en un medio no viable para los seres vivos.¹²⁰

La mayor parte de los NO_x emitidos a la atmósfera lo son en la forma NO.

3.1.3.5 Óxidos de azufre (SO_x)

El óxido de azufre que se emite a la atmósfera en mayores cantidades es el anhídrido sulfuroso (SO₂), y en menor proporción, que no rebasa el 1 ó el 2% del anterior, el anhídrido sulfúrico (SO₃).

El SO₂ es un gas incoloro, de olor picante e irritante en concentraciones superiores a 3 ppm. Es 2.2 veces más pesado que el aire, a pesar de lo cual se desplaza rápidamente en la atmósfera, siendo un gas bastante estable. Su vida media en la atmósfera es de 2 a 4 días.

El SO₂ se produce principalmente en la combustión de compuestos que contienen azufre, carbón, aceite y durante ciertos procesos industriales y en la producción de acero.¹²¹

El SO₃ es un gas incoloro y muy reactivo que condensa fácilmente; en condiciones normales, no se encuentra en la atmósfera, ya que reacciona rápidamente con el agua atmosférica, formando ácido sulfúrico.

La combustión de cualquier sustancia que contenga azufre produce emisiones de SO₂ y SO₃; la cantidad de SO₃ producida depende de las condiciones de la reacción. El efecto neto es que la emisión de los SO_x se realiza fundamentalmente en forma de SO₂.

3.1.3.6 Hidrocarburos (HC)

Son sustancias que contienen hidrógeno y carbono. El estado físico de los hidrocarburos depende de su estructura molecular y en particular del número de átomos de carbono que se forman su molécula. Los que contienen de uno a cuatro átomos de carbono son gases a la temperatura ordinaria, siendo los más importantes desde de punto de vista de la contaminación del aire, ya que favorecen la formación de las reacciones fotoquímicos.

3.1.3.7 Ozono (O₃)

El ozono es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante. En condiciones normales es un gas incoloro de olor picante característico, posee un gran poder oxidante y gran tendencia a transformarse en oxígeno. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono es peligroso.

Se forma casi en cualquier sitio, pero principalmente lo producen los motores eléctricos, los relámpagos y la radiación ultravioleta solar con el oxígeno del aire.¹²²

¹²⁰ LOMELÍ, María Guadalupe. *Contaminación Atmosférica, Óxidos de nitrógeno*, <<http://www.sagan-gea.org/hojared/CAtm.html>>, s.f., (citado 06-08-2011)

¹²¹ LOMELÍ, María Guadalupe. *Contaminación Atmosférica, Óxidos de azufre*, <<http://www.sagan-gea.org/hojared/CAtm.html>>, s.f., (citado 06-08-2011)

¹²² LOMELÍ, María Guadalupe. *Contaminación Atmosférica, Ozono O₃*, <<http://www.sagan-gea.org/hojared/CAtm.html>>, s.f., (citado 06-08-2011)

3.1.3.8 Metales tóxicos

Los metales son elementos químicos que generalmente se hallan presentes en la atmósfera en muy bajas concentraciones. Una de las consecuencias más graves de la presencia de metales tóxicos en el ambiente es que no son degradados, ni química ni biológicamente, por la naturaleza, lo que origina su persistencia en ella.

Entre los metales tóxicos más importantes por sus efectos sobre la salud del ser humano están el mercurio (Hg) y el plomo (Pb). La cantidad de plomo en el aire ha experimentado un marcado aumento como consecuencia de las actividades humanas, siendo las concentraciones de plomo en las áreas urbanas de 5 a 50 veces superiores que en las áreas rurales.

3.1.4 Efectos producidos a la atmosférica

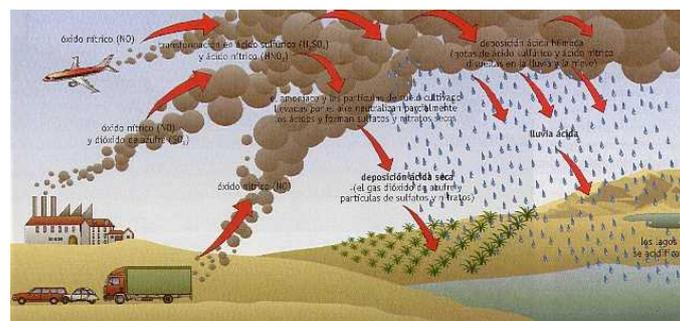
Cada vez está más admitida la necesidad de realizar estudios sobre los posibles efectos que a largo plazo puede producir la contaminación atmosférica sobre los distintos ecosistemas, sobre el clima y sobre la estratosfera. Tanto las modificaciones de las características de los suelos, debidas al lavado de los elementos del mismo por las lluvias ácidas, como los cambios producidos en las grandes masas de agua por el aumento de la concentración de metales tóxicos, pueden tener consecuencias ecológicas irreversibles.

El aumento de las concentraciones de dióxido de carbono y de otros contaminantes en la atmósfera puede dar lugar a una elevación general de la temperatura del globo, por "efecto invernadero", que modificaría el régimen de lluvias, lo que produciría alteraciones sobre las tierras cultivables y la extensión de los desiertos. Por otra parte, los sulfatos y las partículas finas que disminuyen la visibilidad pueden igualmente reducir la intensidad de la radiación solar. Los hidrocarburos halogenados y los óxidos de nitrógeno emitidos por los aviones supersónicos pueden provocar una disminución de ozono en la estratosfera con el consiguiente aumento de la radiación ultravioleta que llegaría a la Tierra.

3.1.4.1 Lluvias ácidas

Algunas industrias o centrales térmicas que usan combustibles de baja calidad, liberan al aire atmosférico importantes cantidades de óxidos de azufre y nitrógeno. Estos contaminantes pueden ser trasladados a distancias de hasta cientos de kilómetros por las corrientes atmosféricas, sobre todo cuando son emitidos a la atmósfera desde chimeneas muy altas que disminuyen la contaminación en las cercanías pero la trasladan a otros lugares.

En la atmósfera los óxidos de nitrógeno y azufre son convertidos en ácido nítrico y sulfúrico que vuelven a la tierra con las precipitaciones de lluvia o nieve (lluvia ácida). Otra veces aunque no llueva, van cayendo partículas sólidas con moléculas de ácido adheridas (deposición seca).



Formación de la lluvia ácida

La lluvia normal es ligeramente ácida, por llevar ácido carbónico que se forma cuando el dióxido de carbono del aire se disuelve en el agua que cae. Su pH suele estar entre 5 y 6, pero en las zonas con la atmósfera contaminada por estas sustancias acidificantes, la lluvia tiene valores de pH de hasta 4 o 3 y, en algunas zonas en que la niebla es ácida, el pH puede llegar a ser de 2,3, es decir similar al del jugo de limón o al del vinagre.

Los daños provocados por la lluvia ácida afecta tanto a los ecosistemas acuáticos, terrestres y; a edificios y construcciones.¹²³

3.1.4.2 Efecto Invernadero

Durante los últimos años se ha venido poniendo de manifiesto una preocupación creciente por los posibles efectos que sobre el clima pudiera causar el aumento progresivo de contaminantes en la atmósfera como consecuencia de las actividades humanas.

Se cree que el incremento de CO₂ en la atmósfera es debido a las alteraciones que las actividades humanas producen en el ciclo biogeoquímico del carbono ya que, por una parte, en la combustión de combustible fósiles y en los incendios forestales se producen grandes cantidades de CO₂, y por otra parte, estos mismos incendios y la tala progresiva de bosques, que produce una disminución de las masas forestales mundiales, la degradación del suelo y la creciente desertificación, producen una disminución de la tasa de la absorción total del CO₂ presente en la atmósfera por la vegetación.

El incremento de la concentración del CO₂ en la atmósfera puede alterar la temperatura de la Tierra debido a que el CO₂ es transparente a la radiación solar recibida del sol, dejándola pasar libremente, pero absorbe la radiación infrarroja emitida desde la tierra. El efecto total es que cuanto mayor sea la concentración de CO₂ en la atmósfera, mayor es la cantidad de energía recibida por la Tierra desde el Sol que queda atrapada en la atmósfera en forma de calor. Este fenómeno que se conoce con el nombre de "efecto invernadero" produciría un recalentamiento de la atmósfera. Se ha estima que, de duplicarse la concentración actual de CO₂ en la atmósfera, podría aumentar en dos o tres grados centígrados la temperatura de la misma. En las zonas lluviosas se incrementarían las precipitaciones y las zonas áridas serán aún más áridas, mientras que los hielos polares comenzarán a derretirse.

3.1.4.3 Disminución de la capa de ozono

La presencia en la estratosfera de determinados compuestos, especialmente los clorofluorocarbonos, puede provocar una disminución de la concentración de ozono en la estratosfera. La capa estratosférica de ozono protege la superficie de la tierra de una exposición excesiva a los rayos solares ultravioletas actuando como filtro. Una disminución sensible de esta capa protectora tendría efectos perjudiciales para la salud humana y para la biosfera.

Este incremento de la radiación produciría un aumento apreciable de casos de cáncer de piel en los seres humanos y efectos negativos sobre los organismos, al ser ciertos tipos de plancton vegetal, animales invertebrados y algunos vertebrados en determinadas etapas de su ciclo vital, especialmente sensibles a la radiación ultravioleta.

¹²³ ECHARRI PRIM, Luis. *Ciencias de la Tierra y medio Ambiente*, Contaminación de la atmósfera, Deposition ácida, <<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/340DepAc.htm>>, s.f., (citado 29-07-2011), Tema 10

3.1.4.4 Smog

La palabra inglesa "smog" se usa para designar la contaminación atmosférica que se produce en algunas ciudades como resultado de la combinación de unas determinadas circunstancias climatológicas y unos concretos contaminantes. Hay dos tipos de smog, el industrial y el fotoquímico.¹²⁴

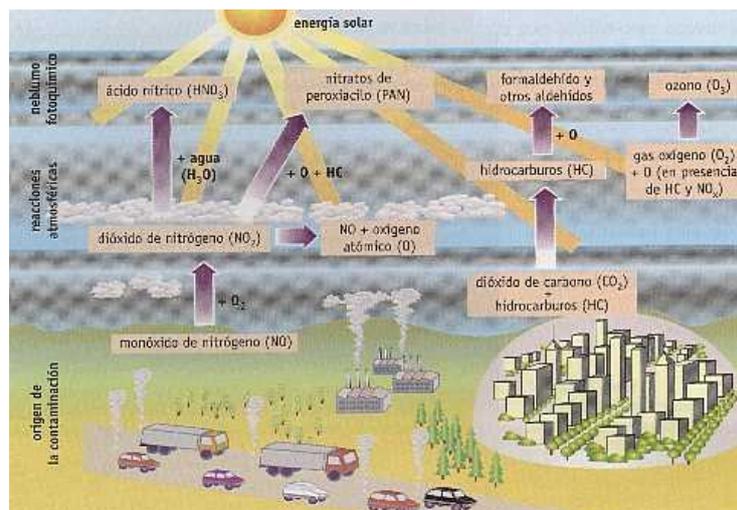
3.1.4.4.1 Smog industrial

El smog industrial o gris fue muy típico en algunas ciudades grandes, como Londres o Chicago, con mucha industria, en las que hasta hace unos años se quemaban grandes cantidades de carbón y petróleo pesado con mucho azufre, en instalaciones industriales y de calefacción. En estas ciudades se formaba una mezcla de dióxido de azufre, gotitas de ácido sulfúrico formadas a partir del anterior y una gran variedad de partículas sólidas en suspensión, que originaba una espesa niebla cargada de contaminantes, con efectos muy nocivos para la salud de las personas y para la conservación de edificios y materiales.

En la actualidad en los países desarrollados los combustibles que originan este tipo de contaminación se queman en instalaciones con sistemas de depuración o dispersión mejores y raramente se encuentra este tipo de polución, pero en países en vías de industrialización todavía es un grave problema en algunas ciudades.

3.1.4.4.2 Smog fotoquímico

En muchas ciudades el principal problema de contaminación es el llamado smog fotoquímico. Con este nombre nos referimos a una mezcla de contaminantes de origen primario (NO_x e hidrocarburos volátiles) con otros secundarios (ozono, peroxiacilo, radicales hidroxilo, etc.) que se forman por reacciones producidas por la luz solar al incidir sobre los primeros. Esta mezcla oscurece la atmósfera dejando un aire teñido de color marrón rojizo cargado de componentes dañinos para los seres vivos y los materiales.

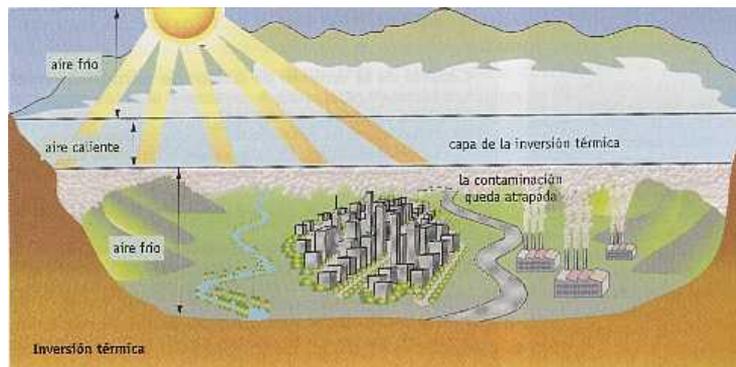


Formación del smog fotoquímico

¹²⁴ ECHARRI PRIM, Luis. *Ciencias de la Tierra y medio Ambiente*, Contaminación de la atmósfera, Smog, <<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/330Smog.htm>>, s.f., (citado 29-07-2011), Tema 10

Aunque prácticamente en todas las ciudades del mundo hay problemas con este tipo de contaminación, es especialmente importante en las que están en lugares con clima seco, cálido y soleado, y tienen muchos vehículos. El verano es la peor estación para este tipo de polución y, además, algunos fenómenos climatológicos, como las inversiones térmicas, pueden agravar este problema en determinadas épocas ya que dificultan la renovación del aire y la eliminación de los contaminantes.

En la situación habitual de la atmósfera la temperatura desciende con la altitud lo que favorece que suba el aire más caliente (menos denso) y arrastre a los contaminantes hacia arriba. En una situación de inversión térmica una capa de aire más cálido se sitúa sobre el aire superficial más frío e impide la ascensión de este último (más denso), por lo que la contaminación queda encerrada y va aumentando.



Situación climatológica de inversión térmica

3.2 Contaminación atmosférica en la ciudad de Córdoba

Como ya se nombró anteriormente, la ciudad de Córdoba posee un parque automotor cercano a las 580.000 unidades, el cual es responsable de una cantidad importante de contaminantes atmosféricos que son desechados al ambiente. Parte significativa de este parque lo conforman los transportes públicos, que diariamente y sin descanso liberan elevadas cantidades de CO₂ y otras sustancias peligrosas.



Los colectivos son los responsables de liberar grandes cantidades de contaminantes al ambiente.¹²⁵

¹²⁵ RENEGADO. *Contamíname*, <<http://www.cadena3.com/contenido/2011/12/11/89155.asp>>, publicado 11-12-2011, (citado 13-12-2011)

Acompañado a esto, el principal problema que tiene la ciudad es que por razones topográficas (ubicación geográfica de la ciudad) y climatológicas (inversión térmica) estos contaminantes principalmente en invierno, no se disuelven o elevan, por lo que se mantienen a un nivel bajo produciendo muchos perjuicios para los ciudadanos.

A continuación se detallan algunos estudios sobre la calidad del aire, que reflejan y especifican la situación particular en el municipio.

Según un estudio realizado por la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Córdoba (UNC) en el año 2003, la directora del equipo de investigación Beatriz Toselli, explicó que la contaminación del aire en Córdoba se debe fundamentalmente a las fuentes móviles, es decir a la emisión de gases por parte de automóviles y ómnibus.

El equipo de investigación estableció que el contaminante más importante que se encuentra en la ciudad es el particulado en suspensión.

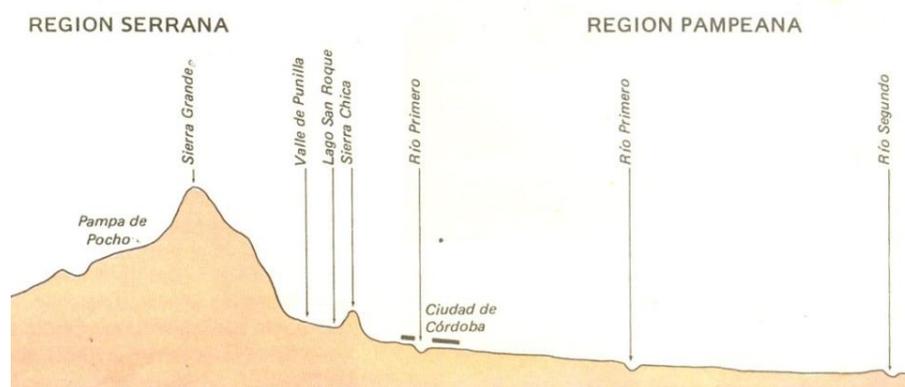
También declaró que las características topográficas y meteorológicas de Córdoba hacen que el invierno sea la etapa más crítica del año, en relación a la contaminación atmosférica. No es que en el invierno aumenten los contaminantes, sino que tienen menor volumen para diluirse porque se produce lo que se denomina inversión térmica. Para ilustrar este proceso, Toselli señaló que lo que ocurre en esta época es que la atmósfera presenta una especie de "tapón" que le impide a los contaminantes seguir subiendo y mezclarse con otros gases más arriba.



Es frecuente observar por las mañanas una capa de aire marrón grisáceo que cubre la ciudad, compuesta por contaminantes que despiden los vehículos que han transitado por la noche y primeras horas de la mañana.

Otra de las características que afectan a la ciudad son las sierras que la rodean y especialmente el hundimiento que presenta la parte céntrica de Córdoba con respecto a los alrededores. Esto hace que los contaminantes queden atrapados hasta el mediodía. Así como en el casco urbano las fuentes móviles son la principal causa de contaminación, en las zonas suburbanas también se tienen en cuenta las emisiones de las fábricas y el viento como transportador clave de contaminantes.¹²⁶

¹²⁶ UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. *Estudios sobre contaminación de aire y efectos de la radiación en la Universidad Nacional de Córdoba*, <<http://noticias.universia.com.ar/en-portada/noticia/2003/05/16/379843/estudios-contaminacion-aire-efectos-radiacion-universidad-nacional-cordoba.html>>, publicado 16-05-2003, (citado 02-08-2011)



Perfil topográfico de la provincia de Córdoba.

La Escuela de Salud Pública de la UNC en 2006, llevó a cabo la medición de la contaminación del aire por particulado en suspensión (PM) y aseguró que el aire de la ciudad de Córdoba tiene un nivel de partículas dañinas de 75 microgramos por metro cúbico ($\times\text{g}/\text{m}^3$), muy por encima de los $50 \times\text{g}/\text{m}^3$ que se fijaron en normas y parámetros internacionales. Este valor es el responsable de la muerte de 140 personas al año dentro del municipio. Este aire viciado, es producto del polvo en suspensión generado por la erosión natural, el humo de las fábricas, la quema de basurales y de neumáticos, la falta de barrido de las calles y el humo negro que producen los motores diesel.

En el caso del particulado en suspensión no hay un grado cero, en el cual no existe contaminación, sino que hay valores que se fijan como meta para tratar de reducir los efectos de manera sostenida en el tiempo. Esos valores en Estados Unidos y México están en los $50 \times\text{g}/\text{m}^3$, con políticas serias destinadas a disminuirlos o por lo menos sostener esos valores que también generan muertes. En Europa poseen cifras similares pero con metas para llegar en los próximos 15 años a reducir esos valores a $25 \times\text{g}/\text{m}^3$.

Según estudios realizados por la Organización de Protección Ambiental de Estados Unidos y por la Dirección General de Protección de la Salud y del Consumidor de la Unión Europea, con esos valores de 50 microgramos se mueren 10 personas cada 100.000 habitantes por causas relacionadas a enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otras patologías no atribuibles a ningún otro factor que no se la contaminación ambiental.¹²⁷

En 2008 se realizó un trabajo que midió la calidad del aire en la ciudad de Córdoba a través de líquenes que crecían en los árboles, siendo el primer diagnóstico de polución atmosférica de toda la ciudad. Cecilia Estrabou, investigadora de la UNC, evaluó 359 puntos en el ejido municipal, de los cuales 320 presentaron una calidad de aire mala o muy mala. Sólo en 5 puntos, la calidad del aire fue buena.

Hace varios años que Estrabou investiga los líquenes como biomarcadores de la calidad del aire. Estos organismos simbióticos (mitad hongo, mitad alga) responden de diversas maneras frente a la presencia de contaminantes.

En el análisis, la investigadora primero describió los líquenes que vivían en Córdoba, luego dividió el departamento Capital en 576 casillas de un kilómetro cuadrado cada una. Descartó 217 por no

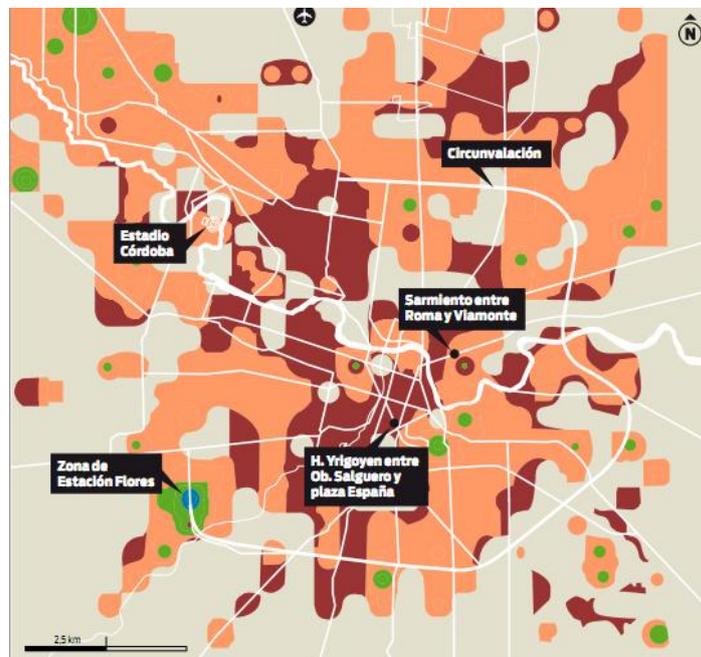
¹²⁷ ECOSITIO-NOTICIAS. 140 muertes evitables al año, <<http://noticias-ambientales-cordoba.blogspot.com/2006/08/el-aire-que-respiramos-provoca-140.html>>, publicado 01-08-2006, (citado 04-08-2011)

poder recabar datos. En los otros 359 puntos tomó muestras de líquenes de tres árboles de las veredas. Con esta información, y de acuerdo con la bibliografía, elaboró un índice de pureza atmosférica (IPA).

"Si disminuye el número de especies, la calidad del aire es mala. A menor cantidad, el aire está más contaminado. También hay especies puntuales que crecen en presencia de nitrógeno y todas se mueren si hay dióxido de azufre en la atmósfera", ejemplifica.

Los puntos más críticos están en el centro y en las zonas con más tráfico. Allí directamente no crecen los líquenes. Existe una correlación marcada entre los altos niveles de tránsito vehicular y los bajos valores del IPA. Las zonas con mejor calidad atmosférica son el noroeste y sudoeste de la ciudad, concluyó el estudio.¹²⁸

El estudio anterior se realizó nuevamente en 2010, en donde se compararon los datos con los registrados en 2008 y se detectó que en más de la mitad de los 40 puntos analizados la calidad de aire disminuyó, principalmente en los sectores del sureste y suroeste de la ciudad. Esto se debió por el aumento del tránsito, ya que los vehículos liberan nitrógeno y provocaron que muchas especies nitrófilas desaparecieran, por lo tanto mientras aumenta la venta de automóviles, la calidad del aire en la ciudad de Córdoba cada vez es peor.¹²⁹



Aires de ciudad

El índice de pureza atmosférica (IPA) mide la calidad del aire de acuerdo con la cantidad y especies de líquenes que crecen en los árboles de la vereda.

CALIDAD DEL AIRE: Sin datos Muy mala Mala Buena Muy buena

Zonas de medición de la calidad del aire en el año 2008

¹²⁸ VIANO, Lucas. *El aire es malo en casi toda la capital*, <<http://www.lavoz.com.ar/opinion/el-aire-es-malo-en-casi-toda-la-capital>>, publicado 22-08-2010, (citado 02-08-2011)

¹²⁹ VIANO, Lucas. *En 2 años, la calidad del aire empeoró en la mitad de la Capital*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/ambiente/en-2-anos-la-calidad-del-aire-empeoro-en-la-mitad-de-la-capital>>, publicado 09-01-2011, (citado 02-08-2011)

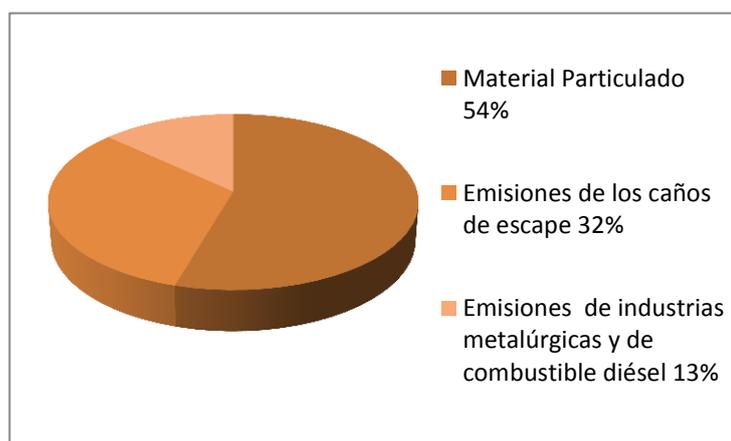
Sumado a lo comentado hasta el momento, otro estudio realizado por investigadores del Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (Conicet y UNC), que determinaron por primera vez la concentración de material particulado menor a 2,5 micrones (PM_{2,5}), arrojó valores altos.

Desde julio de 2009 a abril de 2010 midieron este parámetro durante 24 horas (las ocho horas pico de tránsito durante tres días seguidos) en un punto céntrico (Montevideo y Vélez Sarsfield) y en la Ciudad Universitaria. En el primer sitio detectaron niveles que van de los 21 a los 71 microgramos por metro cúbico ($\times\text{g}/\text{m}^3$). En el segundo sitio iban de los 18 a 67 $\times\text{g}/\text{m}^3$. Durante 2010, en el centro de Santiago de Chile (ciudad famosa por su smog), se registró un promedio de 26 $\times\text{g}/\text{m}^3$.

La guía de calidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS) fija como valor confiable 25 $\times\text{g}/\text{m}^3$. A partir de este número, está demostrado que el material particulado incrementa el índice de mortalidad.

El trabajo también determinó la cantidad de material particulado menor a 10 micrones (PM₁₀). El PM₁₀ puede penetrar en los pulmones y llegar al torrente sanguíneo y causar así cardiopatías, cáncer del pulmón, asma e infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores.¹³⁰

Los valores fluctuaron entre 31 y 107 $\times\text{g}/\text{m}^3$ en el centro y 14 y 101 $\times\text{g}/\text{m}^3$ en Ciudad Universitaria. La guía de calidad de la OMS indica 50 $\times\text{g}/\text{m}^3$.



Representación de los contaminantes presentes en el centro de la ciudad de Córdoba¹³¹

A pesar de todos los estudios realizados en la ciudad cordobesa, ni la Ley Nacional sobre la Contaminación del Aire (Ley N°20.284), ni las ordenanzas municipales cuentan con regulaciones para establecer límites para partículas de 2,5 micrones (PM_{2,5}), sumado a que no hay un monitoreo sistemático de la calidad del aire en la capital, por lo que es urgente tomar medidas sobre el asunto.

¹³⁰ VIANO, Lucas. *Por el aire contaminado, sube del 5 al 10% el riesgo de tener un mal respiratorio*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/ambiente/aire-contaminado-sube-5-al-10-riesgo-tener-mal-respiratorio>>, publicado 03-10-2011, (citado 03-10-2011)

¹³¹ VIANO, Lucas. *Detectan alta concentración de esmog fino*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/ambiente/detectan-alta-concentracion-esmog-fino>>, publicado 30-08-2011, (citado 30-08-2011)

3.3 Contaminación acústica

La contaminación acústica es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida.

Se llama contaminación acústica al exceso de sonido (entendido como ruido) que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como los otros tipos de contaminantes, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente.¹³²

La presión acústica se mide en decibelios (dB) y los sonidos especialmente molestos son los que corresponden a los tonos altos (dB-A).

El límite de tolerancia recomendado por la Organización Mundial de la Salud es de 50 dB.

3.3.1 Principales fuentes de contaminación

Las principales causas de contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, las industrias, entre otras.

Según investigadores de la CONICET, las principales fuentes de contaminación sonora en las grandes ciudades pueden ser tanto fijas como móviles: tránsito vehicular, tránsito aéreo y ferroviario, industrias, entre las que se encuentra la construcción, clubes, restaurantes, discotecas, áreas recreativas, animales domésticos, sistemas de ventilación y artefactos varios, entre otras. La exposición a estas diferentes fuentes de ruido puede ser simultánea o sucesiva. Se suma a esto, el efecto de los camiones de carga pesada con motores sin silenciadores adecuados que circulan en ciudades y carreteras día y noche. Lo mismo sucede con no pocas unidades del transporte público.¹³³

3.3.2 Efectos sobre la salud

El sistema auditivo se resiste antes una exposición prolongada a la fuente de un ruido, aunque esta sea de bajo nivel.

Una persona cuando se expone de forma prolongada a un nivel de ruido excesivo, nota un silbido en el oído, ésta es una señal de alarma. Inicialmente, los daños producidos por una exposición prolongada no son permanentes, sobre los 10 días desaparecen. Sin embargo, si la exposición a la fuente de ruido no cesa, las lesiones serán definitivas. No sólo el ruido prolongado es perjudicial, un sonido repentino de 160 dB-A, como el de una explosión o un disparo, pueden llegar a perforar el tímpano o causar otras lesiones irreversibles.

Citando puntualmente las afecciones auditivas que produce el ruido tenemos:

- Desplazamiento temporal del umbral de audición
- Desplazamiento permanente del umbral de audición

¹³² WIKIPEDIA. *Contaminación acústica*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica>, última modificación 29-07-2011, (citado 03-08-2011)

¹³³ AGENCIA DE NOTICIAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS CYTA - INSTITUTO LELOIR. *Contaminación sonora en las calles de Córdoba*, <http://www.llave.connmed.com.ar/portalnoticias_vernoticia.php?codigonoticia=15949>, publicado 12-08-2008, (citado 05-08-2011)

dB-A	Ejemplo	Efecto-Daño a largo plazo
10	Respiración - Rumor de hojas	Gran tranquilidad
20	Susurro	Gran tranquilidad
30	Campo por la noche	Gran tranquilidad
40	Biblioteca	Tranquilidad
50	Conversación tranquila	Tranquilidad
60	Conversación en el aula	Algo molesto
70	Aspiradora. Televisión alta	Molesto
80	Lavadora. Fábrica	Molesto. Daño posible
90	Moto. Camión ruidoso	Muy molesto. Daños
100	Cortadora de césped	Muy molesto. Daños
110	Bocina a 1 m. Grupo de rock	Muy molesto. Daños
120	Sirena cercana	Algo de dolor
130	Cascos de música estrepitosos	Algo de dolor
140	Cubierta de portaaviones	Dolor
150	Despegue de avión a 25 m	Rotura del tímpano

*Escala de ruidos y efectos que producen*¹³⁴

La contaminación acústica, además de afectar al oído puede provocar efectos psicológicos negativos (sobre la conducta, el sueño, la memoria, etc.) y otros efectos fisiopatológicos. Por supuesto, el ruido y sus efectos negativos no auditivos sobre el comportamiento y la salud mental y física dependen de las características personales, al parecer el estrés generado por el ruido se modula en función de cada individuo y de cada situación.¹³⁵

3.3.3 El transporte público

Aproximadamente el tránsito de una ciudad es el responsable del 80% de la contaminación acústica. Dependiendo del tipo de ciudad, pero en la mayoría las principales fuentes emisoras de ruidos son el movimiento vehicular, el tránsito y fundamentalmente el transporte público, afirma el director del Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas (CIAL) Arq. Arturo Maristany.¹³⁶

En los vehículos utilizados para el transporte urbano de pasajeros existe habitualmente un nivel de contaminación acústica bastante significativo, debido a varias fuentes de ruido y a las propiedades resonantes y acústico-conductoras de las carrocerías. Si este hecho es molesto para el pasajero (que en término medio puede pasar una hora por día a bordo de estos vehículos con intervalos de descanso), para el conductor lo es mucho más, considerando el número de horas durante las que se ve sometido a niveles de ruido superiores a lo aconsejable. Esto repercute manifiestamente en su estado de ánimo y en la actitud frente a su trabajo y ante los pasajeros, y al perturbar la capacidad de percepción y consecuentemente los reflejos, reduce las condiciones de seguridad en

¹³⁴ ECHARRI PRIM, Luis. *Ciencias de la Tierra y medio Ambiente*, Contaminación de la atmósfera, Contaminación sonora, <<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/320CoSon.htm>>, s.f., (citado 03-08-2011), Tema 10

¹³⁵ WIKIPEDIA. *Contaminación acústica*, Efectos del ruido sobre la salud, <http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%B3stica>, última modificación 29-07-2011, (citado 03-08-2011)

¹³⁶ SECRETARÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNC. *Un contaminante ambiental silencioso: el ruido*, <http://www.secyt.unc.edu.ar/Nuevo/portada_contenido.php?idNota=160>, publicado 26-09-2008, (citado 09-08-2011)

que se presta el servicio. A esto se agregan las potenciales secuelas irreversibles para el aparato auditivo del personal expuesto a dicha contaminación durante períodos largos de tiempo.

A continuación se indican algunos niveles de ruidos obtenidos de una medición sobre el transporte urbano de pasajeros de la ciudad de Rosario.¹³⁷

Ítem	Promedio	el 50% supera
Regulación	70 dBA	70 dBA
Aceleración 3/4	88 dBA	88 dBA
Timbre	82 dBA	81 dBA
Puertas	81 dBA	80 dBA
Frenos	83 dBA	76 dBA

Niveles correspondientes de diferentes ruidos vehiculares

3.4 Contaminación acústica en Córdoba

La Ordenanza municipal N° 8.167/86 prohíbe causar o estimular ruidos innecesarios o excesivos, así como vibraciones, capaces de afectar a las personas. El criterio global seguido en este documento es delimitar las responsabilidades y tratar en forma diferente las emisiones de fuente fijas y móviles (vehículos).

Según esta ordenanza define a los ruidos innecesarios como aquellos que siendo causados por hecho o acto no derivado de actividad habitual o transitoria del uso normal y adecuado de elementos (automotores, maquinarias, etc.) sean por su naturaleza de producción superflua, pudiendo por tanto ser evitados. A los ruidos excesivos en cambio los define como aquellos que necesariamente causados o estimulados por cualquier acto, hecho o actividad de índole industrial, comercial, social, deportiva, etc., supere los niveles sonoros establecidos por la presente ordenanza. Es decir que hay ruidos que no son admitidos (los innecesarios), y en cambio otros se admiten mientras no excedan los valores establecidos (en cuyo caso pasan a ser excesivos).

En cuanto a los ruidos excesivos existe una limitación para los ruidos causados, producidos o estimulados por fuentes fijas y otra para los correspondientes a las fuentes móviles (vehículos automotores).¹³⁸

En cuanto a las fuentes fijas, la ordenanza divide la ciudad en diferentes zonas. Por ejemplo, las zonas industriales tienen un límite de ruido durante el día que no puede superar un promedio de 70 decibeles. En el Centro y Nueva Córdoba, el promedio es de 60 decibeles, en las zonas residenciales de 50, y en donde se encuentran los hospitales no pueden superar los 40 decibeles. En horario nocturno, a todos esos promedios se le debe restar 10 decibeles.

Los valores máximos del ruido ocasionado por diversas categorías de vehículos, por encima de los cuales se consideran ruidos excesivos se muestran en el cuadro siguiente:

¹³⁷ MIYARA, Federico. *La contaminación acústica en los medios de transporte urbano de Rosario*, <<http://www.docstoc.com/docs/20897401/LA-CONTAMINACION-C3%83%E2%80%9CN-AC%3%83%C5%A1STICA-EN-LOS-MEDIOS-DE-TRANSPORTE-URBANO>>, s.f., (citado 08-08-2011), pp.7

¹³⁸ MIYARA, Federico. *Análisis de la legislación sobre el ruido y vibraciones*, <<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/legis.pdf>>, s.f., (citado 08-08-2011), pp.28

Vehículos	Niveles en dBA
Motocicletas de cualquier tipo	80
Automotores hasta 3.500 kg de carga	85
Automotores de más de 3.500 kg de carga y a Diesel	90

Valores máximos para fuentes móviles

De acuerdo a mediciones de ruido realizadas por el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) de las principales arterias del centro de la ciudad de Córdoba, en 2008, se supera ampliamente los límites establecido por la ordenanza vigente.

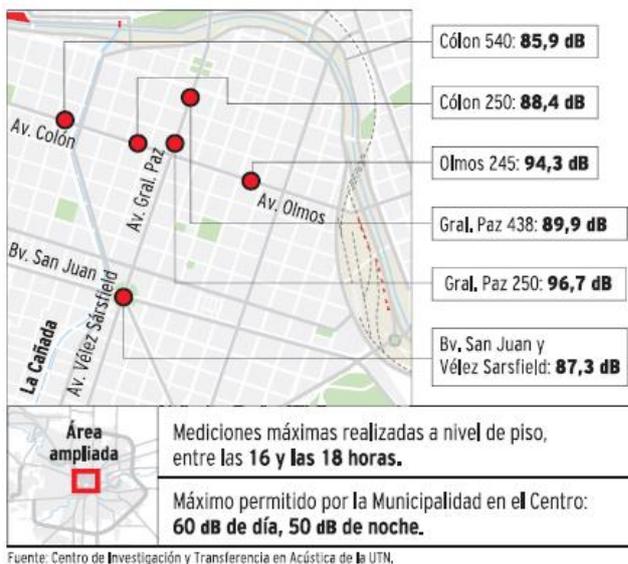
Las mediciones del Cintra determinaron que en el Centro se alcanzan niveles máximos de hasta 96 decibeles, cabe aclarar que no se trata de un nivel pico, el máximo es un equivalente al 70% del valor más alto registrado. Otras lecturas determinaron que en un departamento ubicado en un primer piso, el nivel de ruido diario es 10 veces superior al permitido.

La entidad afirmó que la mayor parte del ruido proviene principalmente del intenso tráfico que transita por el centro. Los escapes de los vehículos son los principales productores de contaminación sonora. Además, el tránsito también produce sonidos de baja frecuencia, que son mucho más perniciosos ya que sólo son oídos a muy alto decibeles.¹³⁹

Todo esto indica que la problemática del ruido no está contemplada apropiadamente en la planificación y en la normativa urbana de la ciudad de Córdoba ya que cuenta con una ley que tiene una antigüedad tecnológica de más de 30 años y no tienen como objetivo la problemática acústica urbana, por ejemplo cuánto ruido puede emitir a la vía pública una implantación comercial o industrial, o el ruido del tránsito.

RUIDO EN LA CIUDAD

Mediciones preliminares del Centro de Investigación y Transferencia en Acústica de la UTN.



Algunos ruidos y sus niveles de presión sonora

Avión a reacción:	140 dB a 30 m.
Umbral de dolor:	125 dB
Taladros neumáticos:	120 dB
Recital de rock:	120 dB a 18 m.
Motocicletas sin silenciador:	115 dB a 5 m.
Interior discotecas:	110 dB
Bocina colectivo:	100 dB a 3 m.
Tráfico rodado:	85 dB a 3 m.
Interior fábrica:	80 dB
Conversación normal:	60 dB
Zonas residenciales:	40 dB de fondo.
Pájaros cantando:	35 dB
Susurro de hojas de árbol:	10 dB

Mapa de ruido del centro de la ciudad elaborado por el Cintra

¹³⁹ MARCONETTI, Diego. *Aturdidos por el ruido de fondo*, <http://archivo.lavoz.com.ar/Nota.asp?nota_id=188565&high=contaminaci%25F3n%2520sonora>, publicado 11-05-2008, (citado 05-08-2011)

Resulta también de interés los datos recabados por el informe sobre ambiente sonoro en el microcentro de Córdoba del Instituto de Diseño Bioambiental de la Universidad Católica de Córdoba.

ARTERIAS	Lmax dB(A)	L10 dB(A)	L50 dB(A)	L90 dB(A)	Leq dB(A)
Vélez Sarsfield - Gral. Paz	86,5	83,2	80	76,8	81,2
Colon - Olmos	85	80,8	77	75	78,8
Chacabuco - Maipu	83,2	79,8	77,2	75,3	78,3
Bv. San Juan - Illia	85,2	82,4	79,6	76,8	80,8
Independencia	77	74,5	70,75	67,5	72,5
27 de Abril - San Jerónimo	82,4	79,8	77,2	75	78,5

Observación: L10, L50, L90: representan niveles de ruidos presentes el 10, el 50 y el 90% del tiempo en que se realizó la medición. Lmax: Nivel máximo, Leq: Nivel sonoro continuo equivalente. Mediciones realizadas entre las 8 y 21hs. por personal técnico del IDBA - FA-UCC. Instrumental sonómetro integrado LEQ SL 1353

Niveles promedio de ruido en el centro de Córdoba en días hábiles¹⁴⁰

Otra normativa que no podemos dejar de lado, es la Ley Nacional de Tránsito y Seguridad Vial N° 24.449/95 y su decreto N° 779/9 ya que tiene su incidencia en la cuestión ambiental. La misma, entre otras cuestiones, establece valores máximos admisibles de nivel sonoro del ruido emitido por toda nueva configuración de vehículo a partir del 1/1/97 y que se detallan en la siguiente tabla:

Categoría de Vehículos	Valor en dBA	
a) Vehículos para el transporte de pasajeros con una capacidad no mayor de 9 asientos, incluyendo el del conductor.	77	
b) Vehículos para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 9 asientos, incluyendo el del conductor, y con un peso máximo que no exceda los 3.500 kg; vehículos para el transporte de cargas.	Con un peso máximo que no exceda los 2.000 kg.	78
	Con un peso máximo mayor a los 2.000 kg pero que no exceda los 2.000 kg.	79
d) Vehículos para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 9 asientos, incluyendo el del conductor, y con un peso máximo mayor a los 3.500 kg.	Con un motor de una potencia máxima menor a 150 kW (204 CV).	80
	Con un motor de una potencia máxima igual o mayor a 150 kW (204 CV).	83
e) Vehículos para el transporte de cargas con un peso máximo mayor a los 3.500 kg.	Con un motor de una potencia máxima menor a 75 kW (102 CV).	81
	Con un motor de una potencia máxima igual o mayor a 75 kW (102 CV) pero menor a 150 kW (204 CV).	83
	Con un motor de una potencia máxima igual o mayor a 150 kW (204 CV).	84

Valores máximos admisibles de nivel sonoro del ruido emitido por toda nueva configuración de vehículo nacional y todo vehículo importado, según la categoría, a partir del 1/1/97¹⁴¹

¹⁴⁰ CHUNOBOSKY, Jorge. *Contaminación sonora en Córdoba: Sin educación, normas, ni control. ¿Incompetencia Oficial?*, <<http://www.planearsoluciones.com.ar/wordpress/?p=256>>, publicado 30-12-2008, (citado 09-08-2011)

¹⁴¹ MIYARA, Federico. *Análisis de la legislación sobre el ruido y vibraciones*, <<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/legis.pdf>>, s.f., (citado 08-08-2011), pp.41

3.5 Conclusión del capítulo

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de sustancias o formas de energía que alteren la calidad del mismo, de modo que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. El origen de los contaminantes puede ser: antropogénicos o naturales. Los primeros son los más nocivos para el planeta y tienen diferentes focos de contaminación; principalmente los emitidos por los vehículos.

La mayoría de los problemas derivados de los vehículos de transporte se producen y soportan dentro de las propias ciudades, pero otros, como la emisión de gases de efecto invernadero, tienen mucha mayor trascendencia.

Algunos de los principales contaminantes atmosféricos son sustancias que se encuentran en forma natural en la atmósfera. Los consideramos contaminantes cuando sus concentraciones son notablemente más elevadas que en la situación normal. Entre los mismos podemos nombrar:

- Clorofluorocarbono (CFC)
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Óxidos de azufre (SO_x)
- Hidrocarburos (HC)
- Ozono (O₃)
- Metales tóxicos

El aumento de las concentraciones de dióxido de carbono y de otros contaminantes en la atmósfera puede dar lugar a una elevación general de la temperatura media del globo, por "efecto invernadero", y otras consecuencias ambientales.

En el caso de la ciudad de Córdoba el principal problema es que por razones topográficas (ubicación geográfica de la ciudad) y climatológicas (inversión térmica) los contaminantes atmosféricos principalmente en invierno, no se disuelven o elevan, por lo que se mantienen a un nivel bajo produciendo muchos perjuicios para los ciudadanos. A pesar de todos los estudios realizados en la ciudad cordobesa, ni la Ley Nacional sobre la Contaminación del Aire (Ley N°20.284), ni las ordenanzas municipales cuentan con regulaciones para establecer límites para la calidad del aire en la capital, por lo que es urgente tomar medidas sobre el asunto.

Otro tipo de contaminación que se produce es la acústica, en donde el tránsito es el responsable del 80% de esa problemática.

Capítulo 4: Accesibilidad

Los ciudadanos disponen de un amplio abanico de sistemas de transporte y modos para desplazarse, pero determinados atributos como la edad, el género o las capacidades físicas e intelectuales limitan las posibilidades de los individuos para utilizarlos, lo que puede resultar una fuente de desigualdad.¹⁴² Para entender mejor esta situación, inicialmente debemos analizar las características principales de este grupo social, para luego encontrar las causas de su marginación en los servicios de transporte.

Discapacitado es toda persona que por lesión congénita o adquirida, permanente o transitoria, padece de una alteración funcional, física o mental que en relación a su edad o medio social, implica desventajas para su integración familiar, social, educacional o laboral.¹⁴³

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que el 40% de la población mundial actual está en condiciones de discapacidad física más o menos severa.¹⁴⁴ No obstante ancianos, mujeres embarazadas, niños e invidentes son también importantes colectivos que tienen la necesidad, temporal o definitiva, de vivir en medio de un ambiente adecuado.

La dura realidad es que el número total de estos ciudadanos tiende a aumentar cada vez con mayor frecuencia, ya sea por el progreso de la medicina, que actualmente salva la vida de muchas personas destinadas a perecer, como también por el aumento de accidentes en el trabajo, en el tráfico e incluso en el deporte y en el ocio. Por lo tanto, todos ellos se encuentran con la necesidad cotidiana de afrontar situaciones frecuentemente insalvables y con mayor frecuencia, de gran desventaja.¹⁴⁵

La accesibilidad es el grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas.

Para promover la accesibilidad se hace uso de ciertas facilidades (ayudas técnicas) que permiten salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad del entorno, consiguiendo que estas personas realicen la misma acción que pudieran llevar a cabo una persona sin ningún tipo de discapacidad.¹⁴⁶

Una de las conquistas que se han logrado en el campo de accesibilidad para todos los humanos ha sido la consecución y aceptación de un símbolo que manifiesta la integración social del deficiente físico.

Durante el XI Congreso de la Sociedad Internacional de Rehabilitación, celebrado en Dublín en 1969, el Comité Internacional de Ayudas Técnicas (ICTA) propuso oficialmente un símbolo que fuese la representación que un lugar era accesible a los discapacitados físicos.

¹⁴² MATAIX GONZÁLEZ, Carmen. *Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental*, <<http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0536159.pdf>>, s.f., (citado 18-10-2011), pp.11

¹⁴³ EL RINCÓN DEL VAGO. *Discapacidad: barreras arquitectónicas en la sociedad*, <http://html.rincondelvago.com/discapacidad_barreras-arquitectonicas-en-la-sociedad.html>, s.f. (citado 10-08-2011)

¹⁴⁴ LA VOZ. *El 40% de la población mundial tiene movilidad reducida*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/40-poblacion-mundial-tiene-movilidad-reducida>>, publicado 21-02-2011, (citado 17-08-2011)

¹⁴⁵ CLUB ARGÓN ¡ESCALONES NO!. *Diseño y medidas*, La discapacidad física. Un gran problema que nadie parece querer ver, <<http://www.argon.interclub.net/normas/accesibilidad.htm#introduccion>>, s.f., (citado 10-08-2011)

¹⁴⁶ WIKIPEDIA. *Accesibilidad*, <<http://es.wikipedia.org/wiki/Accesibilidad>>, última modificación 15-07-2011, (citado 10-08-2011)



Símbolo internacional de accesibilidad

El diseño es de gran simplicidad y belleza cumpliendo con el objetivo de claridad de significado, aunque podría criticarse que simplifica la problemática de la discapacidad a aquellos que necesitan para deambular sillas de ruedas. No toma en cuenta a aquellos que son sordos o invidentes o quienes precisan bastones o prótesis para deambular, tampoco toma en cuenta otros que debido a su edad poseen ambulación restringida, por ejemplo niños y ancianos o quienes transitoriamente pueden encontrar un impedimento; embarazadas, traumatizados, etc. Pero es evidente que el símbolo de accesibilidad ha sido una conquista, reconociendo los derechos del discapacitado e imprime un sello característico que permite que la rehabilitación no quede reducida a centros específicos sino que las medidas que tiendan a la recuperación de determinadas funciones o de la mejora de la calidad de vida, se encuentren en todos los espacios públicos y privados de nuestra sociedad.¹⁴⁷

4.1 Tipos de discapacidades

Luego de definir a la discapacidad y dentro de las múltiples existentes, están las consideradas personas con movilidad reducida (PMR), las cuales tienen limitada temporal o permanentemente la capacidad de moverse sin ayuda externa. La caracterización de las PMR es de difícil de realizar por el amplio universo involucrado, en el cual las disfunciones no siempre se pueden agrupar en forma netamente diferenciada. El grupo de PMR se compone tanto de aquellos que tienen una discapacidad relacionada con la movilidad (paraplejía, tetraplejía, problemas óseos, etc.) como de quienes tiene dificultades por otros motivos (ancianos, embarazadas, niños, etc.) Al mismo tiempo, no todos los discapacitados son personas de movilidad reducida. La definición de qué personas son de movilidad reducida puede cambiar según la normativa de la que se trate.¹⁴⁸

Para facilitar el análisis se definirán grupos con aptitudes y conductas comunes que varían de acuerdo a los autores.

División de las personas con movilidad reducida PMR			
Según TA ¹⁴⁹	Ambulantes	En sillas de ruedas	Sensoriales
Según Clotilde Amengual ¹⁵⁰	Ambulatorias	Semiambulatorias	No ambulatorias

La caracterización de las PMR es de difícil de realizar por ello hay múltiples divisiones

¹⁴⁷ EL RINCÓN DEL VAGO. *Discapacidad: barreras arquitectónicas en la sociedad*, <http://html.rincondelvago.com/discapacidad_barreras-arquitectonicas-en-la-sociedad.html>, s.f. (citado 10-08-2011)

¹⁴⁸ WIKIPEDIA. *Persona de movilidad reducida*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Persona_de_movilidad_reducida>, última modificación 26-07-2011, (citado 10-08-2011)

¹⁴⁹ TODO ARQUITECTURA.COM. *TA Accesible*. *Discapacidad*, <<http://www.todoarquitectura.com/v2/TAaccesible.asp>>, s.f., (citado 10-08-2011)

¹⁵⁰ AMENGUAL, Clotilde. *Barreras físicas*, <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/dvh_01/dvh_01_42.pdf>, s.f., (citado 10-08-2011), pp. 42-46

Aunque las divisiones tengas diferentes nombres, se pueden reunir características comunes de ambas conformando tres grupos principales. Para ello nos basaremos en la clasificación de Clotilde Amengual de personas ambulatorias, semiambulatorias y no ambulatorias.

4.1.1 Ambulatorias

Las personas ambulatorias o según TA, sensoriales, son aquellas cuyo aparato locomotor no está afectado, no necesitando ninguna tipo de ayuda técnica para la marcha. Sin embargo tienen dificultades de percepción, debido a una limitación de sus capacidades sensitivas, principalmente las visuales o las auditivas. Entre ellos encontramos en general, todo tipo de personas con dificultad de visión; y todo tipo de personas con trastornos auditivos.

Los principales problemas que los afectan son:

- Identificación de objetos plurales (botoneras, rótulos, etc.)
- Detección de obstáculos (desniveles, elementos salientes, etc.)
- Determinación de direcciones y seguimiento de itinerarios
- Identificación de señales acústicas (alarmas, voz, timbres, etc.)



Personas con discapacidad sensorial^{151 152}

4.1.2 Semiambulatorias

Las personas semiambulatorias o ambulantes, son aquellas personas que ejecutan determinados movimientos con dificultad, sea con la ayuda o no de aparatos ortopédicos, bastones, etc. Entre ellos encontramos a hemipléjicos, con parálisis total o parcial de una mitad de su cuerpo; amputados, de una o dos piernas en diversos niveles; personas con insuficiencia cardíaca o respiratoria; mujeres embarazadas; los que llevan niños pequeños en brazos o en un cochecito; enyesados o con vendajes compresivos; gente mayor con degradación de su discapacidad física y psíquica; enfermedades con secuelas o malformaciones a distintos grados que afecten el caminar; entre otras.

Los principales problemas que afectan este colectivo son:

- Dificultad en salvar desniveles o escaleras tanto por problemas musculares como de equilibrio,
- Dificultad en pasar por espacios estrechos,
- Dificultad en ejecutar trayectos largos sin descansar,
- Mayor peligro de caídas por tropiezos o resbalones de los pies o bastones,

¹⁵¹ ANE. *No hay más ciego...*, <<http://karitxu.wordpress.com/category/uncategorized/page/3/>>, publicado 04-12-2010, (citado 10-08-2011)

¹⁵² JOALFRED. *¿Pueda una persona sorda manejar?*, <<http://momun-audioimpedidos.blogspot.com/2008/07/puede-una-persona-sorda-manejar.html>>, posteaada 16-07-2008, (citado 10-08-2011)

- Dificultad en abrir y cerrar puertas, especialmente si tienen mecanismos de retorno,
- Dificultad para accionar mecanismos que precisan de dos manos a la vez.



Ambulantes, son aquellas personas que ejecutan determinados movimientos con dificultad.^{153 154}

4.1.3 No Ambulatorias

Las personas no ambulatorias o en sillas de ruedas, son aquellas cuya locomoción se puede lograr por suplementación o por sustitución. Entre las ayudas técnicas más usadas son la silla de ruedas, la camilla autopropulsada, el pulmотор, la cama oscilante y las camas para terapias especiales. Entre ellos encontramos a parapléjicos, con parálisis de la parte baja del cuerpo incluidas las extremidades inferiores; tetrapléjicos, con parálisis tanto de la parte alta como baja del cuerpo; hemipléjicos, amputados, gente mayor; imposibilitados para caminar; afecciones o malformaciones; etc.

Los principales problemas que les afectan son:

- Imposibilidad de superar desniveles bruscos y escaleras.
- Imposibilidad de superar pendientes importantes, peligro de volcar o resbalar,
- Limitación de sus posibilidades de alcance manual y visual
- Necesidad de espacios amplios para girar, abrir puertas, etc.,
- Imposibilidad de pasar por lugares estrechos.



*Ayudas técnicas para personas no ambulatorias*¹⁵⁵

¹⁵³ IESEUGENIOHERMOSO. *Instancia*, <http://ieseugeniohermoso.blogspot.com/2010_11_01_archive.html>, publicado 24-11-2011, (citado 10-08-2011)

¹⁵⁴ BLOG MEDICINAL. *Educación a la mujer embarazada*, <<http://www.blogmedicinal.com/educacion-en-la-mujer-embarazada>>, publicado 03-06-2009, (citado 10-08-2011)

¹⁵⁵ IOFOTO. *Hombre en sillas de ruedas, una sola persona, perfil*, <http://www.photaki.es/foto-hombre-en-silla-de-ruedas-una-sola-persona-perfil_279780.htm>, s.f. (citado 10-08-2011)

4.2 Barreras de accesibilidad

En general una barrera de accesibilidad es un obstáculo que impide o dificulta la realización de una determinada tarea o actividad, afectando de esta manera a la plena integración social de una persona.¹⁵⁶ Básicamente, estas barreras se dividen en dos grupos, barreras estructurales o sociales y barreras físicas. A su vez, estas últimas pueden ser de varios tipos: arquitectónicas, urbanísticas, de transporte, de comunicación e información, estructurales, sociales, culturales, etc.

Las barreras estructurales, sociales o culturales se establecen cuando la sociedad valora negativamente a las personas diferentes, que asumen el "rol de la desfiguración" al no corresponder con el modelo humano antropométrico, mental y funcionalmente perfecto, que ha sido usado y usa como patrón de evaluación y módulo dimensional para conformar el entorno material, originando las barreras físicas.

Las barreras físicas son toda estructura del entorno que se opone a la independencia y el autovalimiento de la persona con o sin discapacidad. Para que no existan limitaciones o imposibilidades, el entorno no debería presentar barreras físicas, es decir:

- Barreras arquitectónicas en construcciones de tipo privada o pública, hogares y oficinas de trabajo. Se refiere a consideraciones de acceso no contempladas como pueden ser la instalación de rampas para complementar a las escaleras, sanitarios con espacios reducidos no operables por discapacitados, etc.
- Barreras urbanísticas: estas se refieren a la organización y estructura de sitios de acceso público, históricos, como pueden ser los museos, zoológicos, reservas ecológicas y todo espacio libre de acceso sin restricciones.
- Barreras de transporte: son las distintas dificultades que pueden presentarse en el sistema de transporte sea este público o privado.
- Barreras de la comunicación: estas se presentan en medios de comunicación como la televisión, el teléfono, y la informática.¹⁵⁷

4.3 Ayudas técnicas

Según la Organización Internacional de Normalización, las ayudas técnicas son todos los productos, instrumentos, equipos o sistemas técnicos utilizados por una persona con discapacidad, fabricados especialmente, o disponibles en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una deficiencia, discapacidad o minusvalía.

Las ayudas técnicas también se conocen como "dispositivos de asistencia" o "tecnologías de apoyo". Por tanto, las ayudas técnicas para la marcha se pueden definir como dispositivos que proporcionan, durante el desarrollo de la marcha, un apoyo adicional del cuerpo humano al suelo. Su objetivo final es permitir el desplazamiento y la movilidad de las personas discapacitadas, así como la bipedestación.

¹⁵⁶ WIKIPEDIA. *Barreras de accesibilidad*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Barreras_de_accesibilidad>, última modificación 03-01-2011, (citado 10-08-2011)

¹⁵⁷ AMENGUAL, Clotilde. *Barreras físicas*, <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/dvh_01/dvh_01_42.pdf>, s.f., (citado 10-08-2011), pp. 42

4.3.1 Tipos de ayudas técnicas

Existen diferentes clasificaciones de las ayudas técnicas, clasificaciones que atienden a desiguales necesidades: fiscales, normativas, fabricación, consumidor.

Algunos autores han clasificado las ayudas técnicas para la marcha en ayudas de marcha fija, que engloban los pasamanos y las barras paralelas; y en ayudas de marcha móviles, en las que están incluidos los andadores, los bastones ingleses, los bastones comunes y las muletas. También existen otro tipos de ayudas técnicas que no entran en este tipo de grupos, como los son el alfabeto braille, lengua de señas, las señales auditivas, etc.¹⁵⁸

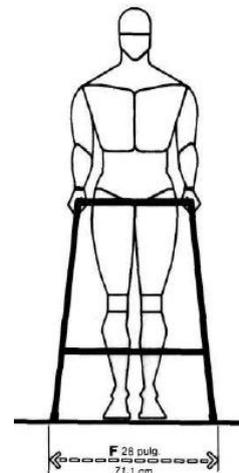
A continuación, se detallaran las ayudas técnicas más comunes y aquellas que tengan más vinculación en el uso de los transportes públicos, como pueden serlo las muletas, sillas de ruedas, alfabeto braille, etc.

4.3.1.1 Andadores

Son dispositivos ortopédicos considerados de marcha móvil, que permiten realizar la marcha apoyándose sobre éstos y sobre las extremidades. Aumentan considerablemente la base de sustentación y, por tanto, la estabilidad y el equilibrio. Pueden ser fijos, articulados, plegables y con ruedas.



Los andadores pueden ser tanto fijos como con ruedas.



4.3.1.2 Bastón multipodal trípode o cuatrípode

Su objetivo es proporcionar estabilidad al paciente, así como también una pequeña descarga de una de sus extremidades. La dificultad radica cuando se los usa en terrenos irregulares o en escaleras.

¹⁵⁸ GORGUES, José. *Ayudas técnicas para la marcha*, <http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13096647&pident_usuario=0&pident_revista=4&fichero=4v25n11a13096647pdf001.pdf&ty=99&accion=L&origen=dfarmacia&web=www.dfarmacia.com&lan=es>, publicado 01-12-2006, (citado 11-08-2011), pp. 97-101

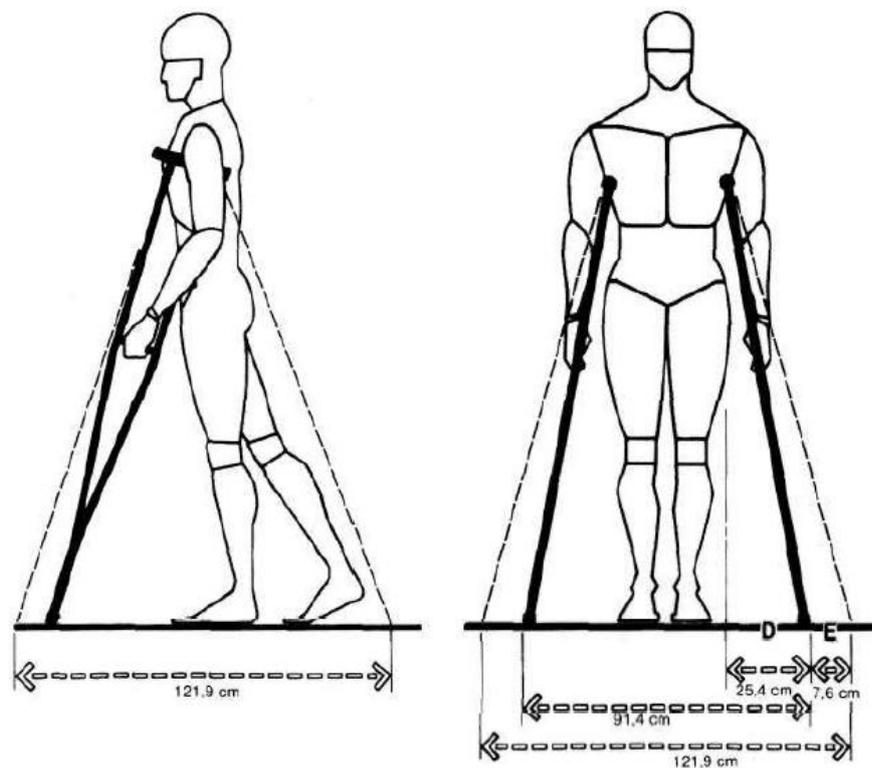
Existen de tres patas y de cuatro patas y las medidas de sus bases suelen ser de 150x200 mm o 200x300 mm¹⁵⁹



Existen diferentes modelos, pero su configuración es la misma

4.3.1.3 Muleta axilar

Son dispositivos ortopédicos que permiten realizar un apoyo directo sobre el tronco, lo que proporciona una gran estabilidad y equilibrio, dejando las manos libres al mismo tiempo.



Medidas antropométricas de muletas¹⁶⁰

¹⁵⁹ ARCE, Carlos. *Elementos de Autosuficiencia*, <<http://www.arcesw.com/eas3a.htm>>, s.f., (citado 12-08-2011)

¹⁶⁰ PANERO, Julius. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1983, pp.54

4.3.1.4 Bastón canadiense o Lofstrand

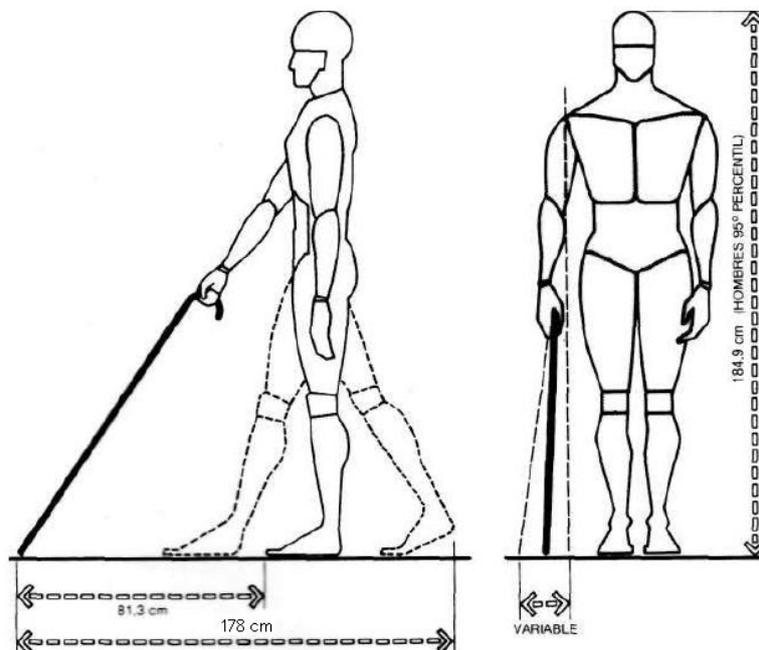
Se conocen también por los siguientes nombres: bastón tipo muleta, bastón canadiense, bastón o muleta Lofstrand, bastón antibrachial o muleta de antebrazo. Sus funciones principales son facilitar la marcha aumentando la estabilidad, ampliar la base de sustentación y/o reducir la carga sobre una o ambas extremidades inferiores.



Existen diferentes tipos de configuraciones.

4.3.1.5 Bastón de mano

Son dispositivos de ayuda a la marcha muy utilizados y muy sencillos. Mejoran y/o mantienen el equilibrio, con lo que se amplía la base de sustentación del paciente. Además, pueden ayudar a descargar parcialmente los miembros inferiores. Tienen como inconveniente que son inestables cuando se aplican pesos superiores al 20-25% del peso corporal.



Medidas antropométricas de muletas¹⁶¹

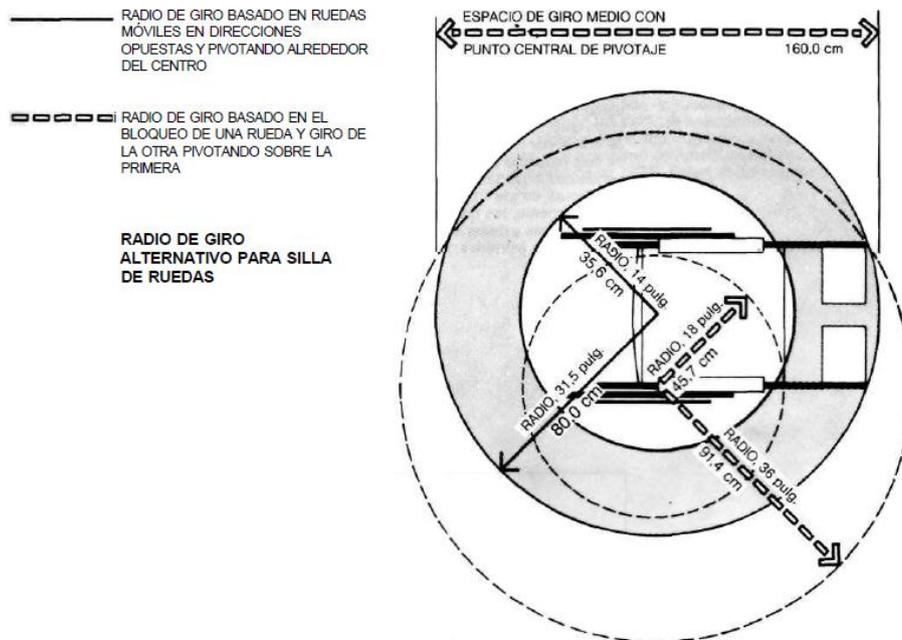
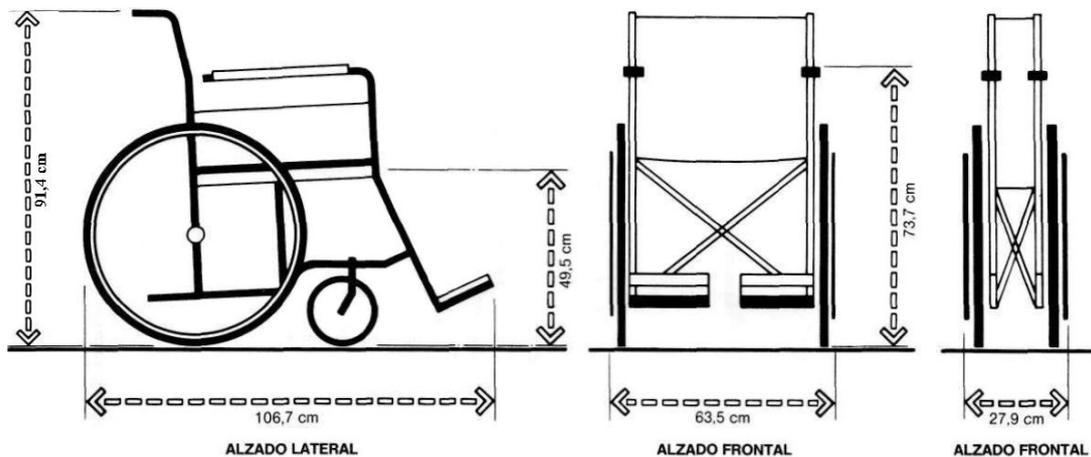
¹⁶¹ PANERO, Julius. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1983, pp.54

4.3.1.6 Silla de ruedas

La silla de ruedas es una ayuda técnica que consiste en una silla adaptada con al menos tres ruedas, aunque lo normal es que disponga de cuatro. Están diseñadas para permitir el desplazamiento de aquellas personas con problemas de locomoción o movilidad reducida. Básicamente existen dos clases: sillas de ruedas manuales, impulsada por el propio ocupante y eléctricas, impulsadas por motores que son accionados por baterías recargables.¹⁶²

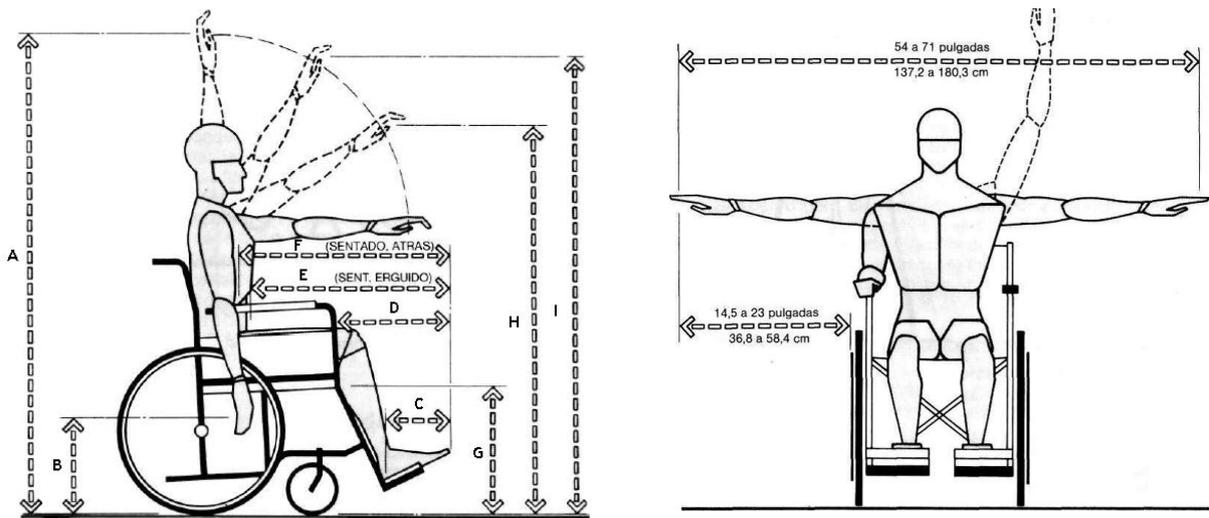
Generalmente las dimensiones entre diferentes tipos de silla de ruedas no varían, como tampoco las medidas antropométricas de su usuario.

Las siguientes cuatro figuras corresponden a *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*¹⁶³
Dimensiones generales de una silla de rueda



¹⁶² WIKIPEDIA. *Silla de ruedas*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Silla_de_ruedas>, última modificación 06-06-2011, (citado 15-08-2011)

¹⁶³ PANERO, Julius. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1983, pp.51-54



Dimensiones antropométricas del usuario

Referencia	Mujer	Hombre
A	144,1 cm	158,1 cm
B	44,5 cm	41,3 cm
C	17,8 cm	22,2 cm
D	41,9 cm	47 cm
E	58,4 cm	65,4 cm
F	66 cm	73 cm
G	48,3 cm	48,3 cm
H	119,4 cm	130,8 cm
I	135,2 cm	148 cm

Cuadro de referencias



Silla de ruedas eléctrica¹⁶⁴



Silla de ruedas manual plegable¹⁶⁵

¹⁶⁴ MEMASA. Archivo:Electric-powered wheelchair Belize1.jpg, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Electric-powered_wheelchair_Belize1.jpg>, publicado 15-06-2010, (citado 15-08-2011)

¹⁶⁵ QUESADA, Jacinta. Archivo:FEMA - 38018 - Wheel chairs ready for patients in Louisiana.jpg, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FEMA_-_38018_-_Wheel_chairs_ready_for_patients_in_Louisiana.jpg>, publicado 05-09-2008, (citado 15-08-2011)

4.3.1.7 Perros guía

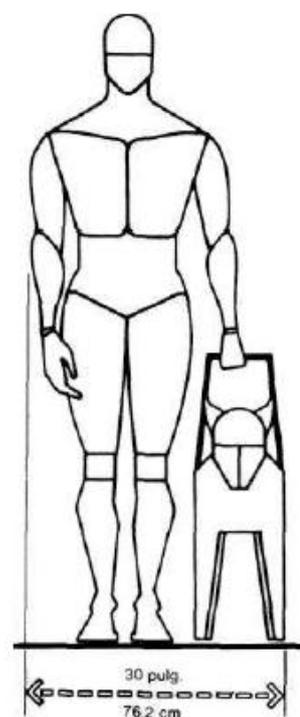
Las perros guías o lazarillos son animales adiestrados para obedecer y guiar a aquellas personas que tienen su capacidad visual disminuida. A diferencia de la mayoría de los perros que se vinculan a su amo a través de una correa, estas mascotas lo hacen por medio de un arnés. Y es precisamente cuando se le coloca esta administración la conducta del can se modifica volviéndose dócil y absolutamente disciplinado. Entre las razas más utilizadas con estos fines se encuentran el labrador, el ovejero alemán y el belga por su temperamento.



Labrador lazarillo¹⁶⁶

La escasa cantidad de perros lazarillos que existe en nuestro país hace que su aparición en los espacios públicos no sea frecuente y por ende no existe una cultura instaurada que acepte a estos animales de manera plena. Aunque en Argentina existe una legislación, que protege tanto al perro lazarillo como a su amo, aún existen muchas barreras, sobre todo de carácter cultural, que impiden una plena integración de los no videntes y sus canes a nuestra sociedad.¹⁶⁷

Las dimensiones que ocupa una persona con perro guía es difícil de establecer dada las diversas variables que intervienen, tanto del usuario como del animal, sin embargo la holgura mínima se establece en 76,2 cm.¹⁶⁸



¹⁶⁶ DÍA A DÍA. *Por ley, el perro guía no se queda afuera*, <<http://www.diaadia.com.ar/?q=content/por-ley-el-perro-gu%C3%AD-no-se-queda-afuera>>, publicado 25-02-2009, (citado 15-08-2011)

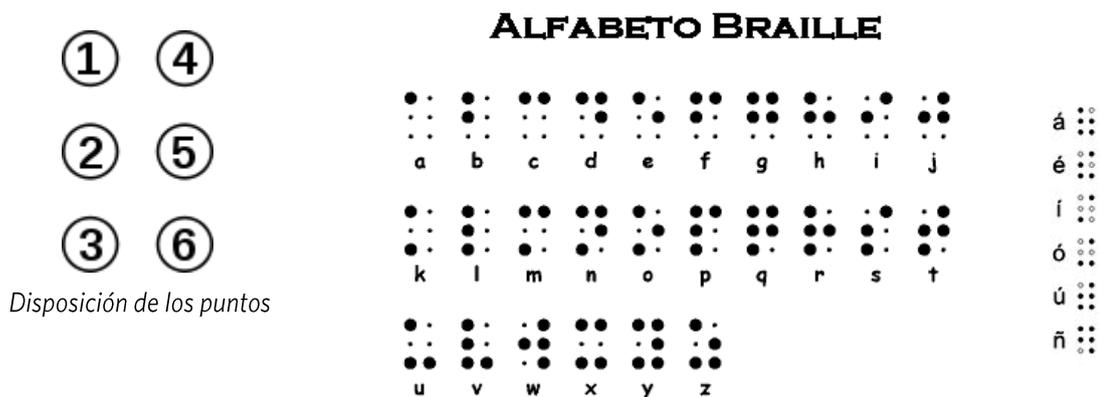
¹⁶⁷ DÍAZ, Héctor Omar. *Perros para ciegos*, <http://www.newsmatic.e-pol.com.ar/index.php?pub_id=90&sid=398&aid=20001&eid=5&NombreSeccion=PORTADA&Accion=VerArticulo>, publicado 31-05-2007, (citado 15-08-2011)

¹⁶⁸ PANERO, Julius. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1983, pp.54

4.3.1.8 Alfabeto braille

El braille es un sistema de lectura y escritura táctil pensado para personas ciegas, considerado como una ayuda técnica para estas personas. Este sistema no es un idioma, sino un alfabeto. Con el braille pueden representarse las letras, los signos de puntuación, los números, la grafía científica, los símbolos matemáticos, la música, etc.

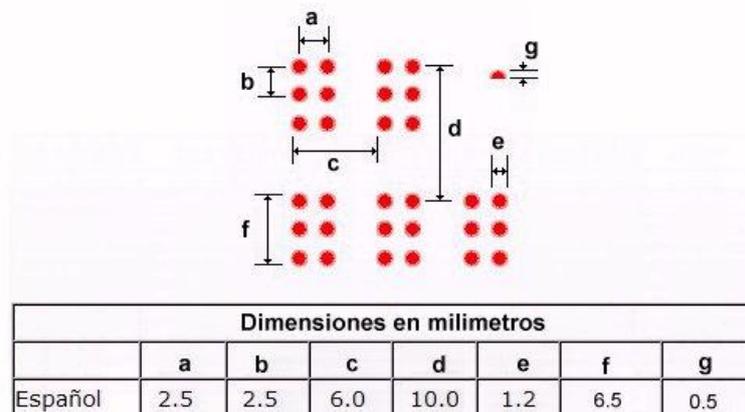
El sistema braille suele consistir en celdas de seis puntos en relieve, organizados como una matriz de tres filas por dos columnas, que convencionalmente se numeran de arriba abajo y de izquierda a derecha, tal y como se muestra en la siguiente figura:



La presencia o ausencia de puntos permite la codificación de los símbolos. Mediante estos seis puntos se obtienen 64 combinaciones diferentes. La presencia o ausencia de punto en cada posición determina de qué letra se trata. Puesto que estas 64 combinaciones resultan claramente insuficientes, se utilizan signos diferenciadores especiales que, antepuestos a una combinación de puntos, convierten una letra en mayúscula, número o nota musical.

En el braille español, los códigos de las letras minúsculas, la mayoría de los signos de puntuación, algunos caracteres especiales y algunas palabras se codifican directamente con una celda, pero las mayúsculas son representadas además con otro símbolo como prefijo.¹⁶⁹

Los caracteres en braille no se pueden alterar de tamaño y las dimensiones se especifican en la siguiente figura:



¹⁶⁹ WIKIPEDIA. *Braille (lectura)*, <[http://es.wikipedia.org/wiki/Braille_\(lectura\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Braille_(lectura))>, última modificación 01-08-2011, (citado 15-08-2011)

4.4 Accesibilidad en los transportes

“La posibilidad de acceso de la población al transporte público es un elemento clave de equidad social y territorial”

Matías Rulli

No disponer de transportes accesibles es uno de los principales impedimentos para las personas con movilidad reducida, puesto que le imposibilita vivir su vida con libertad e independencia.

Un transporte será accesible cuando permite a las personas satisfacer sus necesidades y deseos de desplazamiento de forma autónoma. Para conseguirlo será preciso que las estaciones o paradas tengan las características adecuadas que permitan el desplazamiento, no sólo para las personas usuarias de sillas de ruedas, sino también para todos los discapacitados, tanto físicos como sensoriales. Además, los vehículos deberán tener las condiciones de diseño y soluciones técnicas necesarias para permitir a todas las personas comunicarse, ser comprendidas y que se produzca el entendimiento necesario para conseguir un transporte accesible. Un servicio que cumpla esos requisitos no sólo beneficia a las personas con discapacidad sino al conjunto de los ciudadanos.

El transporte debe cumplir criterios no sólo relacionados con la eficacia de los servicios en cuanto a su funcionamiento (tiempos de viaje, frecuencias en que se accede, etc.) sino también debe ser eficiente socialmente.¹⁷⁰

“La falta de acceso al transporte es un motivo habitual que desalienta a las personas con discapacidad a buscar trabajo o que les impide acceder a la atención de salud.”

Organización Mundial de la Salud

Para lograr un medio de transporte “para todos” primero hay que reconocer las características y dificultades que tienen las personas con discapacidad.

Tipología de discapacidad	Descripción de las dificultades
SILLA DE RUEDAS Variada. - Parapléjicos. - Tetrapléjicos. - Hemipléjicos, - Grandes afecciones por enfermedades (poliomielitis, esclerosis, etc.) o por malformaciones (espina bífida, etc.)	- Imposibilidad para salvar desniveles bruscos o escaleras. - Imposibilidad de superar pendientes importantes. - Peligro de volcar o resbalar. - Limitación de su capacidad de alcance manual o visual. - Necesidad de espacios amplios para girar o para la apertura de puertas. - Imposibilidad de pasar por lugares estrechos.
MUJERES EMBARAZADAS Variada. - Las mayores dificultades se dan en los últimos meses de embarazo, aunque depende de cada mujer; los problemas pueden ser de muy diversa índole.	- Imposibilidad para salvar desniveles o escaleras tanto por problemas musculares como de equilibrio. - Imposibilidad de realizar trayectos largos sin descansar. - Mayor riesgo de caídas por tropiezos y

¹⁷⁰ VEGA PINDADO, Pilar. *La accesibilidad del transporte en autobús*, Diagnósticos y soluciones, <<http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0528801.pdf>>, publicado 2006, (citado 16-08-2011), pp. 29 y 77

	<p>resbalones.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitación de su capacidad de alcance manual o visual. - Dificultad para la apertura de puertas. - Dificultad de accionar sistemas que precisan mecanismos de retorno. <p>Imposibilidad de pasar por lugares estrechos.</p>
<p>PERSONAS CON DIFICULTADES DE VISIÓN</p> <p>Variada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas ciegas. - Ambliopes (que tienen poca visión). - Y otras personas con dificultad en la visión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de espacios y objetos. - Detección de obstáculos (desniveles, elementos salientes, agujeros, etc.) - Determinación de las direcciones y seguimiento de itinerarios. - Obtención de información escrita (textos, gráficos, etc.)
<p>ENYESADOR O CON VENDAJES COMPRESIVOS</p> <p>Ambulante.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas enyesadas o con vendajes compresivos. - Personas convalecientes de enfermedades o de intervenciones quirúrgicas que tienen dificultades en su movilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Salvar escaleras o desniveles. - Pasar por lugares estrechos, especialmente para aquellas personas que se apoyen en muletas o bastones. - Realizar trayectos prolongados sin lugares estanciales para el descanso intermedios. - Riesgo de caídas o tropiezos por obstáculos en el itinerario o por piso resbaladizo. - Dificultades para abrir o cerrar puertas, especialmente si tienen mecanismos de retorno.
<p>PERSONAS CON DIFICULTADES AUDITIVAS Y/O HABLA</p> <p>Sensorial.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas sordas. - Hipoacústicos. - Personas con trastornos auditivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de señales acústicas (alarmas, timbres, etc.) - Sensación de aislamiento del entorno. - Problemas en la obtención de información sonora (voz, música, etc.) - Problemas de aturdimiento en las estaciones de transporte y en los propios vehículos.
<p>PERSONAS DE TALLA BAJA</p> <p>Variada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enanismo o hipocreimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Imposibilidad para salvar desniveles bruscos o escaleras con los peldaños elevados. - Limitaciones de alcance manual o visual. - Dificultades para ser vistos.
<p>PERSONAS CON MULETAS, BASTONES O ANDADORES</p> <p>Variada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas mayores con dificultades de desplazamiento. - Afectados de poliomelitis, espina bífida, esclerosis, parálisis cerebral y otros tipos de enfermedades con secuelas o malformaciones en los grados que les permitan caminar con o sin ayuda de aparatos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Imposibilidad para salvar desniveles o escaleras tanto por problemas musculares como de equilibrio. - Imposibilidad de realizar trayectos largos sin descansar. - Mayor riesgo de caídas por tropiezos y resbalones. - Limitación de alcance manual o visual. - Dificultad para la apertura de puertas. - Dificultad de accionar sistemas que precisan mecanismos de retorno.
<p>PERSONAS CON LIMITACIONES EN LA COMPRENSIÓN</p> <p>Variada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas con retraso madurativo. 	<p>Las personas con limitaciones en la comprensión que viajan en transporte público, aprenden las diferentes etapas que deben realizar para efectuar su desplazamiento sin dificultad, sin</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Personas con retraso mental moderado y leve. - Demencias. - Síndrome de Down. 	<p>embargo es posible que de forma esporádica se enfrenten con algunas dificultades como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensación de pérdida y desconcierto en ocasiones. - Dificultad para reelaborar el viaje en el caso de equivocarse en los intercambios de vehículos.
<p>PERSONAS DE LA TERCERA EDAD Variada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas mayores con dificultades de desplazamiento. - Ancianos con degradación de su capacidad física. 	<ul style="list-style-type: none"> - Imposibilidad para salvar desniveles o escaleras tanto por problemas musculares como de equilibrio. - Imposibilidad de realizar trayectos largos sin descansar. - Mayor riesgo de caídas por tropiezos y resbalones. - Limitación de alcance manual o visual. - Dificultad para la apertura de puertas.
<p>PERSONAS CON NIÑOS PEQUEÑOS Ambulante.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personas que llevan niños pequeños en brazos o en carrito de bebé. - Personas que llevan carritos de la compra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de salvar desniveles o escaleras. - Dificultad de encontrar espacio en el interior de los autobuses para ubicar los carritos.

Cuadro con las descripciones de las diferentes discapacidades¹⁷¹

4.5 Ley Nacional Nº 22.431

En nuestro país, en el año 1981 se sancionó la Ley Nacional Nº 22.431 que crea el sistema de protección integral de las personas con discapacidad. La misma tiende a asegurar a éstas su atención médica, su educación y su seguridad social, así como a concederles las franquicias y estímulos que permiten en lo posible neutralizar la desventaja que la discapacidad les provoca y les den oportunidad, mediante su esfuerzo, de desempeñar en la comunidad un rol equivalente al que ejercen las personas normales.

“Se considera discapacitada a toda persona que padezca una alteración funcional permanente, o prolongada, física, o mental, que en relación a su edad y medio social implique desventajas considerables para su integración familiar, social, educacional o laboral.”

Ley Nacional Nº 22.431

Más precisamente en el artículo 22, detalle lo referente en cuanto a materia del transporte público. A continuación se transcribe un fragmento del inciso a) y b) de dicho artículo:

a) Vehículos de transporte público tendrán dos asientos reservados señalizados y cercanos a la puerta por cada coche, para personas con movilidad reducida. Dichas personas estarán autorizadas para descender por cualquiera de las puertas. Los coches

¹⁷¹ VEGA PINDADO, Pilar. *La accesibilidad del transporte en autobús*, Diagnósticos y soluciones, <<http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0528801.pdf>>, publicado 2006, (citado 16-08-2011), pp. 125-134

contarán con piso antideslizante y espacio para ubicación de bastones, muletas, sillas de ruedas y otros elementos de utilización por tales personas. En los transportes aéreos deberá privilegiarse la asignación de ubicaciones próximas a los accesos para pasajeros con movilidad reducida. Las empresas de transporte colectivo terrestre sometidas al contralor de autoridad nacional deberán transportar gratuitamente a las personas con discapacidad en el trayecto que medie entre el domicilio de las mismas y cualquier destino al que deban concurrir por razones familiares, asistenciales, educacionales, laborales o de cualquier otra índole que tiendan a favorecer su plena integración social. La reglamentación establecerá las comodidades que deben otorgarse a las mismas, las características de los pases que deberán exhibir y las sanciones aplicables a los transportistas en caso de inobservancia de esta norma. La franquicia será extensiva a un acompañante en caso de necesidad documentada. (*Párrafo sustituido por art. 1 de la Ley N° 25.635 B.O. 27/8/2002*) Las empresas de transportes deberán incorporar gradualmente en las plazas y proporciones que establezca la reglamentación, unidades especialmente adaptadas para el transporte de personas con movilidad reducida. A efectos de promover y garantizar el uso de estas unidades especialmente adaptadas por parte de las personas con movilidad reducida, se establecerá un régimen de frecuencias diarias mínimas fijas. (*Párrafo incorporado por art. 1 de la Ley N° 25.634 B.O. 27/8/2002*)

b) Estaciones de transportes: contemplarán un itinerario peatonal con las características señaladas en el artículo 20 apartado a). en toda su extensión; bordes de andenes de textura reconocible y antideslizante; paso alternativo a molinetes; les sistema de anuncios por parlantes y servicios sanitarios adaptados. En los aeropuertos se preverán sistemas mecánicos de ascenso y descenso de pasaje con movilidad reducida en el caso que no hubiera métodos alternativos.¹⁷²

4.6 Problemas en la ciudad de Córdoba

Según el último censo de discapacidad en 2008, y el cálculo que hace el municipio capitalino, Córdoba es una de las ciudades con mayor registro de discapacidad. En Argentina el promedio es de 7,1% de la población y en Córdoba es de 8,3%.

De acuerdo a Diego Redoni, responsable de la oficina de Discapacidad de la Municipalidad, el principal tipo de discapacidad es la motriz, que abarca a un 49,5% de las personas. Los ciegos conforman el 22%, los sordos el 9% y mientras que los intelectuales el 3%.¹⁷³

Alejandra Vigo, secretaria de Inclusión Social, afirmó que en la capital viven 100 mil personas con discapacidad y otras 400 mil con limitaciones de movilidad transitoria.¹⁷⁴

Tomando esta cifra, nos podemos dar cuenta que son muchos los usuarios que pueden utilizar el transporte público de pasajeros. No obstante, no videntes y personas que se movilizan en sillas de ruedas en la ciudad advierten que son ignorados por algunos choferes del transporte, en especial taxistas. En 2010, de los 4.663 taxis que circulaban por las calles, sólo 204 coches (representando

¹⁷² Ley N° 22.431, *Sistema de protección integral de los discapacitados*,

<<http://www.accesoya.org.ar/leyes/Ley22431.pdf>>, 16-03-1981, (citado 17-08-2011)

¹⁷³ ARGENTINA MUNICIPAL. *En Córdoba, una de cada dos personas discapacitadas tiene problemas motrices*, <http://www.argentinamunicipal.com.ar/despachos.asp?cod_Des=8490&id_seccion=62>, publicado junio de 2008, (citado 25-07-2011)

¹⁷⁴ LA VOZ. *La Provincia anunció un plan para lograr más accesibilidad*,

<<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/provincia-anuncio-plan-para-lograr-mas-accesibilidad>>, publicado 08-07-2011, (citado 17-08-2011)

el 4%) tenían licencias especiales para el transporte de personas con discapacidad permanente o transitoria.

En abril de ese mismo año, se aprobó la ley provincial 9.775 de perros guías, que destaca que toda persona ciega que transite con su perro lazarillo o guía puede usar el transporte público o privado de acceso público libremente. En el mismo mes también aprobó la ordenanza municipal 11.758 de perros de asistencia para discapacitados, que obliga a choferes de ómnibus urbanos, taxis y remises a transportar a los ciegos que suban a esos vehículos con un perro guía en buenas condiciones de salud e higiene.¹⁷⁵

En cuanto a los colectivos, en 2010 de las 896 unidades que prestaban servicio, sólo 25 disponían de rampas para discapacitados (12 pertenecían a Ciudad de Córdoba, 11 a TAMSE y 2 a Coniferal).¹⁷⁶



Rampa de acceso en colectivos de TAMSE¹⁷⁷

¹⁷⁵ PANDOLFI, Germán. *La lucha por la accesibilidad en el transporte público*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/la-lucha-por-la-accesibilidad-en-el-transporte-publico>>, publicado 07-11-2010, (citado 26-07-2011)

¹⁷⁶ LA VOZ. *Sólo 25 colectivos cuentan con rampas de ascenso*, <<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/solo-25-colectivos-cuentan-con-rampas-de-acceso>>, publicado 07-11-2010, (citado 25-07-2011)

¹⁷⁷ MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. *Juez puso en funcionamiento el nuevo servicio de colectivos para discapacitados de la TAMSE*, <<http://www.cordoba.gov.ar/cordobaciudad/principal2/default.asp?ir=7&ir2=noticia&id=1872>>, publicado 07-12-2005, (citado 25-07-2011)

4.7 Conclusión del capítulo

Los ciudadanos disponen de un amplio abanico de sistemas de transporte y modos para desplazarse, pero determinados atributos como la edad, el género o las capacidades físicas e intelectuales limitan las posibilidades de los individuos para utilizarlos, lo que puede resultar una fuente de desigualdad.

Discapacitado es toda persona que por lesión congénita o adquirida, permanente o transitoria, padece de una alteración funcional, física o mental que en relación a su edad o medio social, implica desventajas para su integración familiar, social, educacional o laboral

La caracterización de las Personas con Movilidad Reducida es de difícil de realizar por el amplio universo involucrado, en el cual las disfunciones no siempre se pueden agrupar en forma netamente diferenciada, sin embargo algunos autos establecen algunas divisiones, en los que incluyen a las personas ambulatorias, semiambulatorias y no ambulatorias.

En general una barrera de accesibilidad es un obstáculo que impide o dificulta la realización de una determinada tarea o actividad, afectando de esta manera a la plena integración social de una persona. Básicamente, estas barreras se dividen en dos grupos, barreras estructurales o sociales y barreras físicas. Para superar esta barreras, existen ayudas técnicas, las cuales son todos los productos, instrumentos, equipos o sistemas técnicos utilizados por una persona con discapacidad, fabricados especialmente, o disponibles en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una deficiencia, discapacidad o minusvalía.

No disponer de transportes accesibles es uno de los principales impedimentos para las personas con movilidad reducida, puesto que le imposibilita vivir su vida con libertad e independencia.

La ciudad de Córdoba es una de las ciudades con mayor registro de discapacidad. En Argentina el promedio es de 7,1% de la población y en Córdoba es de 8,3%. Tomando esta cifra, nos podemos dar cuenta que son muchos los usuarios que pueden utilizar el transporte público de pasajeros. No obstante, no videntes y personas que se movilizan en sillas de ruedas en la ciudad advierten que son ignorados por algunos choferes del transporte, en especial taxistas.

Capítulo 5: Monorrieles

La estructuración de este capítulo está basado en el artículo *Monorraíl*, disponible en Wikipedia¹⁷⁸ y la información expuesta en la website *The Monorail Society*.¹⁷⁹

El término monorriel generalmente se usa para describir a los sistemas de transporte en los que los vagones están suspendidos o se desplazan sobre una estructura de un solo raíl, para transportar mercancías o personas. A menudo se suele creer que cualquier tren elevado o *People Mover* es un monorriel por lo cual se debe dejar en claro acerca de las características que conforman a un monorriel:

- Un monorriel se desplaza sobre un único riel estrecho que sirve como carril-guía.
- Es un medio de transporte tanto para personas como para mercancías.
- En la mayoría de los casos los monorrieles suelen desplazarse sobre rieles elevados, pero también pueden hacerlo a nivel del suelo o por debajo del mismo, a través de túneles.
- Los vagones pueden estar suspendidos o desplazarse sobre las estructuras de un riel.
- Los monorrieles son vehículos más anchos que los carriles-guías sobre los que se desplazan.
- Casi todos los monorrieles modernos están propulsados por motores eléctricos alimentados por terceros rieles duales, cables de contacto o canales electrificados sujetos o encerrados en sus vigas de guía.
- Son utilizados tanto para el transporte masivo de pasajeros en los centros urbanos, como para el transporte en parques de atracciones (por ejemplo Walt Disney World)



Imágenes que reflejan las particulares características de los monorrieles.^{180 181}

5.1 Tipos de monorrieles

Según el diseño de su carril-guía los monorrieles pueden dividirse en dos clases generales: monorrieles sobre vigas y monorrieles suspendidos.

¹⁷⁸ WIKIPEDIA. *Monorraíl*, <<http://es.wikipedia.org/wiki/Monorra%C3%AD>>, última modificación 04-09-2011, (citado 03-10-2011)

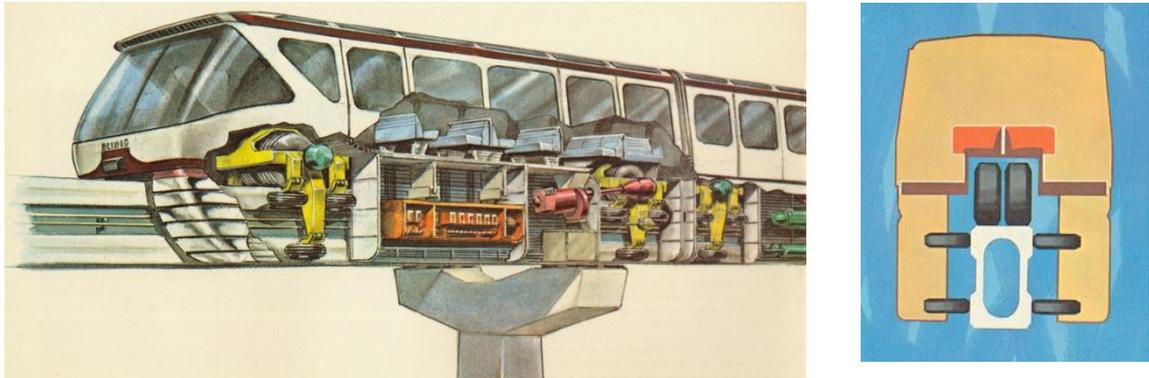
¹⁷⁹ PEDERSEN, Kim. *The Monorail Society*, <<http://www.monorails.org/>>, website creado en 1998, (citado 05-10-2011)

¹⁸⁰ HYOUGUSHI. *File:Osaka Monorail 1121.jpg*, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Osaka_Monorail_1121.jpg>, publicado 28-01-2008, (citado 05-10-2011)

¹⁸¹ TRAMLIJN30. *Monorail (auf Deutsch: H-bahn) Dortmund*, <<http://www.flickr.com/photos/tramlijn30/4154072860/>>, publicado 06-04-2006, (citado 05-10-2011)

5.1.1 Sobre vigas

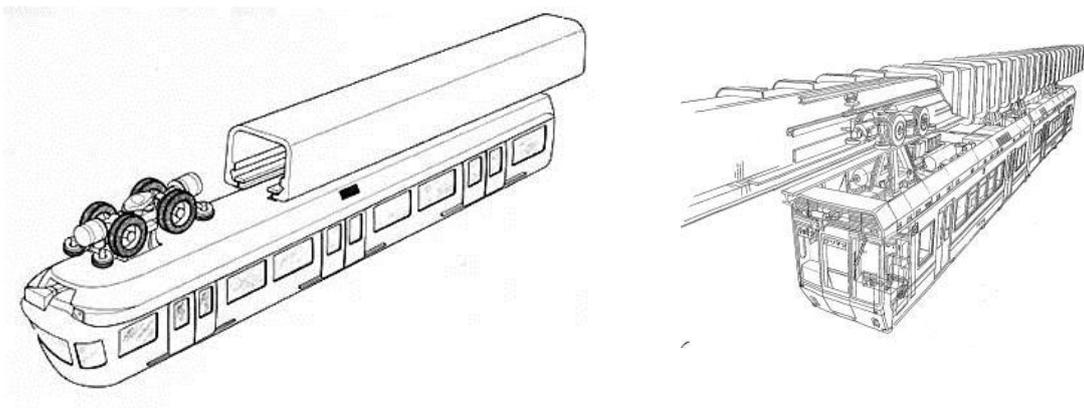
Los monorraíles sobre viga son los más comunes. En este tipo de sistema los vagones se desplazan sobre una viga, que generalmente es de hormigón armado. Un vagón con neumáticos de caucho (antiguamente eran metálicos) se apoya sobre la viga y sus laterales para lograr tracción y estabilidad. Este tipo de monorraíles fue popularizado por la compañía alemana ALWEG.



Esquema de un monorraíl sobre vigas (Seattle Monorail)^{182 183}

5.1.2 Suspendidos

En este tipo de monorraíles, los vagones están suspendidos bajo un sistema de ruedas, las cuales se pueden mover dentro o por encima de una viga.



Esquema de un monorraíl suspendido¹⁸⁴

¹⁸² EUDAEMONIUS. *Seattle Monorail Borchure* (16), <<http://www.flickr.com/photos/84904494@N00/3495650881/in/photostream/>>, publicado 02-05-2009, (citado 05-10-2011)

¹⁸³ EUDAEMONIUS. *Seattle Monorail Borchure* (4), <<http://www.flickr.com/photos/84904494@N00/3496456964/in/photostream/>>, publicado 02-05-2009, (citado 05-10-2011)

¹⁸⁴ THE MONORAIL SOCIETY. *Suspended - SAFEGE*, <<http://www.monorails.org/tMspages/TPSafege.html>>, website creado en 1998, (citado 05-10-2011)

5.2 Principales monorrieles del mundo

A continuación se detallarán las características generales de los principales monorrieles que actualmente están en servicio en muchas ciudades del mundo:

Nombre	Einschienige Hängebahn Eugen Langen 
Lugar	Wuppertal, Westfalia, Alemania
Densidad poblacional	2.150 hab/km ²
Año de inauguración	1901
Tipo de transporte	Monorriel suspendido
Fabricante del vehículo	Eugen Langen
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Simple carril, abierto
Distancia del recorrido	13,3 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	4 %
Tiempo del recorrido	30 minutos
Cantidad de estaciones	20 (distancia aprox. entre estaciones 700 m)
Altura de la vía	Entre 8 m y 12 m
Cantidad de personas transportadas	75.000 pasajeros diarios. 25.000.000 pasajeros anuales.
Velocidad máxima	60 km/h (vel.media: 27km/h)
Cantidad de vagones	3 continuos
Capacidad de cada vagón	16 asientos
Capacidad total	130 pasajeros, 48 asientos
Cantidad de puertas total	4
Dimensiones	24 m de largo
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	-Es el monorriel más antiguo que está en funcionamiento. -Consumo: 4.690.000 kW/h por año

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://www.schwebebahn.de/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Schwebebahn_Wuppertal

<http://planetagadget.com/2008/02/09/monorail-de-wuppertal-alemania/>

Nombre	Disneyland Monorail System 
Lugar	Anaheim, California, Estados Unidos
Densidad poblacional	7.223 hab/km ²
Año de inauguración	1959
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	ALWEG / WEB Enterprises
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Simple carril, cerrado
Distancia del recorrido	4 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	11 minutos
Cantidad de estaciones	2
Altura de la vía	Entre 1,5 m y 12,5 m
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	56,3 km/h
Cantidad de vagones	5 independientes
Capacidad de cada vagón	24 pasajeros
Capacidad total	132 pasajeros
Cantidad de puertas total	20
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 600 VCC
Sistemas adicionales	CAS, Collision Avoidance System
Otras referencias	-Posee motores auxiliares diesel. -Primer monorriel del Hemisferio Occidental y primer monorriel de los Estados Unidos -Salidas de emergencia en el techo.

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Disneyland_Monorail_System
<http://www.mouseplanet.com/kkrock/dockrock-1.htm>

Nombre	Seattle Center Monorail 
Lugar	Seattle, Washington
Densidad poblacional	2.842,1 hab/km ²
Año de inauguración	1962
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	ALWEG
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	1,9 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	7
Altura de la vía	25 m
Cantidad de personas transportadas	7.000 pasajeros diarios
Velocidad máxima	72 km/h
Cantidad de vagones	4 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	450 pasajeros, 124 asientos
Cantidad de puertas total	16
Dimensiones	37,2 m de largo x 3,1 m de ancho x 4,27 m de alto
Peso total	-
Propulsión	-Eléctrica, 700 VCC -4 motores de 750 HP
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	-Frenos dinámicos para altas velocidades. -Cuenta con 64 neumáticos

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Seattle_Center_Monorail

<http://www.seattlemonorail.com/about.php>

<http://citytransport.info/Monorail.htm>

<http://world.nyctsubway.org/us/seattle/monorail.html>

Nombre	Tokyo Monorail Hadera Airport Line 
Lugar	Tokyo, Japón
Densidad poblacional	5.847 hab/km ²
Año de inauguración	1964
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	ALWEG / Hitachi
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	17,8 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	20 minutos
Cantidad de estaciones	11
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	300.000 pasajeros diarios
Velocidad máxima	80 km/h
Cantidad de vagones	6 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	24
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	-Monorriel más rentable y más utilizado del mundo (2007)

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo_Monorail

<http://www.tokyo-monorail.co.jp/company/>

Nombre	Shonan Monorail 
Lugar	Kamakura-Fuijsawa, Kanagawa, Japón
Densidad poblacional	3.740 hab/km ²
Año de inauguración	1970
Tipo de transporte	Monorriel suspendido
Fabricante del vehículo	Mitsubishi Heavy Industries
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Simple carril, abierto
Distancia del recorrido	6,6 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	14 minutos
Cantidad de estaciones	8
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	75 km/h
Cantidad de vagones	3 continuos, aunque está prohibido el paso
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	496 pasajeros
Cantidad de puertas total	6
Dimensiones	12,75 m de largo x 2,65 m de ancho x 3,09 m de alto
Peso total	50,6 toneladas
Propulsión	Eléctrica, 1500 VCC
Sistemas adicionales	-Sistema de recuperación de energía de frenado
Otras referencias	-Aceleración: 4 km/h/s -Potencia del aire acondicionado: 19,77 kW

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Shonan_Monorail

<http://www.japaneserailwaysociety.com/hiroshi/eno/shonan.htm>

<http://www.shonan-monorail.co.jp/zukan/5000/hyou.htm>

Nombre	Walt Disney World Monorail System 
Lugar	Wald Disney World, Orlando, Florida, USA
Densidad poblacional	951,77 hab/km ²
Año de inauguración	1971
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	Bombardier
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Simple carril, cerrado
Distancia del recorrido	23,7 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	6 %
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	6
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	150.000 pasajeros diarios 50.000.000 pasajeros anuales
Velocidad máxima	89 km/h (vel.de operación: 64 km/h)
Cantidad de vagones	6 independientes
Capacidad de cada vagón	20 asientos, 40 pasajeros de pie
Capacidad total	360 pasajeros
Cantidad de puertas total	24
Dimensiones	62 m de largo x 2,55 m de ancho x 2,1 m de alto
Peso total	41 toneladas
Propulsión	Eléctrica, 600 VCC, 6 motores de 113 HP
Sistemas adicionales	MBS, sistema de distancia entre vehículos
Otras referencias	-Las vigas están hechas de hormigón con núcleo de poliestireno. -Consumo: 137 kW/h por hora

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Walt_Disney_World_Monorail_System

<http://www.wdwmagic.com/Transportation/Monorail.htm>

<http://www.monorailexpress.com/page7.html>

Nombre	H-Bahn Dortmund University Campus 
Lugar	Dortmund, Alemania
Densidad poblacional	2.073 hab/km ²
Año de inauguración	1984
Tipo de transporte	Monorraíl suspendido
Fabricante del vehículo	Siemens
Sistema de conducción	Automático (driverless)
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	3.16 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	5
Altura de la vía	16 m
Cantidad de personas transportadas	5.000 pasajeros diarios
Velocidad máxima	50 km/h
Cantidad de vagones	1
Capacidad de cada vagón	29 pasajeros de pie 16 asientos
Capacidad total	45 pasajeros
Cantidad de puertas total	2
Dimensiones	8,2 m de largo x 2,2 m de ancho x 2,6 m de alto
Peso total	8455 kg
Propulsión	Eléctrica, 400 VCC Motores de 31 kW
Sistemas adicionales	Sistema de localización de los vehículos
Otras referencias	-Dimensiones de las puertas: 1,35 m de ancho por 2 m de alto. -Nivel de ruido a 50 km/h a 25 metros de distancia: < 65 dB/A

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://en.wikipedia.org/wiki/H-Bahn>
<http://www.h-bahn.info/en/index.php>

Nombre	Kitakyushu Monorail 
Lugar	Kitakyushu, Fukuoka, Japón
Densidad poblacional	2.019,34 hab/km ²
Año de inauguración	1985
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	-
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	8,8 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	19 minutos
Cantidad de estaciones	13
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	31.700 pasajeros diarios
Velocidad máxima	65 km/h (vel.media: 27 km/h)
Cantidad de vagones	4 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	392 pasajeros, 145 asientos
Cantidad de puertas total	16
Dimensiones	60,2 m de largo x 4,92 m de ancho x 2,98 m de alto
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 1.500 VCC Motores de 75 KW
Sistemas adicionales	ATC, control automático de frenado
Otras referencias	-

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://www.kitakyushu-monorail.co.jp/almost/>
http://en.wikipedia.org/wiki/Kitakyushu_Monorail

Nombre	Chiba Urban Monorail 
Lugar	Chiba, Prefectura de Chiba, Japón
Densidad poblacional	3.535,77 hab/km ²
Año de inauguración	1988
Tipo de transporte	Monorriel suspendido
Fabricante del vehículo	Mitsubishi Heavy Industries
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	15,2 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	18
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	45.430 pasajeros diarios. (2008)
Velocidad máxima	65 km/h
Cantidad de vagones	2 continuos
Capacidad de cada vagón	36 asientos
Capacidad total	158 pasajeros, 78 asientos
Cantidad de puertas total	8
Dimensiones	15,4 m de largo x 2,6 m de ancho x 3,7 m de alto
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 1500 VCC
Sistemas adicionales	PASMO, tarjeta sin contacto recargable.
Otras referencias	-Espacio para sillas de ruedas detrás de la cabina del conductor. -En el interior de los vagones existe un dispositivo de llamadas de emergencia.

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Chiba_Urban_Monorail

http://www.chiba-monorail.co.jp/4_know/syaryousyoukai.html

Nombre	Sydney Monorail 
Lugar	Sydney, Australia
Densidad poblacional	2.058 hab/km ²
Año de inauguración	1988
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	Von Roll Habegger
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Simple carril, cerrado
Distancia del recorrido	3,6 km
Radio mínimo	20 m
Pendiente máxima	5 %
Tiempo del recorrido	12 minutos
Cantidad de estaciones	8
Altura de la vía	5,50 m
Cantidad de personas transportadas	4.000.000 pasajeros anuales
Velocidad máxima	33 km/h
Cantidad de vagones	7 independientes
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	170 pasajeros, 56 asientos
Cantidad de puertas total	14
Dimensiones	32,12 m de largo x 2,06 m de ancho x 2,6 m de alto
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 500 VCA Cada vagón cuenta con 6 motores de 37 kW
Sistemas adicionales	Sistema de suspensión automática
Otras referencias	-Tiempo de detención en las paradas: 40 seg.

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Metro_Monorail

<http://www.metrotransport.com.au/PDF/MonorailTechSheet.pdf>

Nombre	JTA Skyway 
Lugar	Jacksonville, Florida, USA
Densidad poblacional	409,89 hab/km ²
Año de inauguración	1989
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	MATRA / Bombardier
Sistema de conducción	Automático (driverless)
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	4 Km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	8
Altura de la vía	8,5 m
Cantidad de personas transportadas	1.700 pasajeros diarios
Velocidad máxima	56 km/h
Cantidad de vagones	2 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	4
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	ATC, Automatic Train Control
Otras referencias	-

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/JTA_Skyway

<http://www.jtaonthemove.com/services/skyway.aspx>

Nombre	Osaka Monorail 
Lugar	Prefectura de Osaka, Japón
Densidad poblacional	4.664 hab/km ²
Año de inauguración	1990
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	-
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	21,2 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	36 minutos
Cantidad de estaciones	18
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	100.602 pasajeros diarios (2008)
Velocidad máxima	-
Cantidad de vagones	4 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	16
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	Monorriel con mayor distancia de recorrido del mundo

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Osaka_Monorail

<http://www.osaka-monorail.co.jp/eng/index.html>

Nombre	Tama Toshi Monorail 
Lugar	Tama, Tokyo, Japón
Densidad poblacional	6.981,55 hab/km ²
Año de inauguración	1998
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	-
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	16 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	36 minutos
Cantidad de estaciones	19
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	120.949 pasajeros diarios
Velocidad máxima	65 km/h (vel.media: 27 km/h)
Cantidad de vagones	4 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	410 pasajeros, 158 asientos
Cantidad de puertas total	16
Dimensiones	15,5 m de largo x 2,98 m de ancho x 5,2 m de alto
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 1500 VCC
Sistemas adicionales	ATC, Automatic Train Control
Otras referencias	-Aceleración: 3 km/h/s -Desaceleración: 4,5 km/h/s

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Tama_Toshi_Monorail_Line
<http://www.tama-monorail.co.jp/monorail/operation.html>
<http://www.tama-monorail.co.jp/monorail/rollingstock.html>

Nombre	H-Bahn Dusseldorf International Airport 
Lugar	Dusseldorf, Alemania
Densidad poblacional	2.701 hab/km ²
Año de inauguración	2002
Tipo de transporte	Monorriel suspendido
Fabricante del vehículo	Siemens
Sistema de conducción	Automático (driverless)
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	2,5 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	5 minutos
Cantidad de estaciones	4
Altura de la vía	23 m
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	50 km/h
Cantidad de vagones	1
Capacidad de cada vagón	32 pasajeros de pie, 15 asientos
Capacidad total	47 pasajeros
Cantidad de puertas total	2
Dimensiones	8,2 m de largo x 2,2 m de ancho x 2,6 m de alto
Peso total	8455 kg
Propulsión	Eléctrica, Motores de 31Kw
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	-Dimensiones de las puertas: 1,35 m de ancho por 2 m de alto. -Nivel de ruido a 50 km/h a 25 metros de distancia: < 65 dB/A

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://en.wikipedia.org/wiki/H-Bahn>
<http://www.h-bahn.info/en/skytrain.php>

Nombre	Okinawa City Monorail Line (Yui Rail) 
Lugar	Naha, Okinawa, Japón
Densidad poblacional	8.153,53 hab/km ²
Año de inauguración	2003
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	-
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	12.8 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	27 minutos
Cantidad de estaciones	15
Altura de la vía	Entre 8 y 20 metros
Cantidad de personas transportadas	35.000 pasajeros diarios
Velocidad máxima	65 km/h (vel.media: 28 km/h)
Cantidad de vagones	2 continuos
Capacidad de cada vagón	Vagón Nro.1: 83 pasajeros, 31 asientos Vagón Nro.2: 82 pasajeros, 34 asientos
Capacidad total	165 pasajeros, 65 asientos
Cantidad de puertas total	8
Dimensiones	14,7 m de largo x 3 m de ancho x 3,7 m de alto
Peso total	27,5 toneladas
Propulsión	Eléctrica, 1500 VCC Motor trifásico jaula de ardilla, motor de inducción (100 kW x 6 unidades)
Sistemas adicionales	ATC, Control Automático de frenado DT, Sistema detector de vehículos
Otras referencias	Primer sistema de transporte después de la Segunda Guerra Mundial

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Okinawa_Monorail

<http://www.yui-rail.co.jp/about/vehicle.html>

Nombre	KL Monorail 
Lugar	Kuala Lumpur, Malasia
Densidad poblacional	6.696 hab/km ²
Año de inauguración	2003
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	Hitachi / Monorail Malaysia (MTrans)
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	8,6 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	11
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	21.765.233 pasajeros anuales (2008)
Velocidad máxima	60 km/h
Cantidad de vagones	2 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	244 pasajeros, 48 asientos
Cantidad de puertas total	8
Dimensiones	20 m de largo x 3 m de ancho
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 750 VCC Motores de 75 kW
Sistemas adicionales	CCTV, Circuito Cerrado de Vigilancia
Otras referencias	-

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Kuala_Lumpur_Monorail

<http://classic->

web.archive.org/web/20061104084247/www.monorail.com.my/mmt/productrain/intro.htm

<http://www.railway-technology.com/projects/kualalumpurmonorail/>

Nombre	Las Vegas Monorail 
Lugar	Las Vegas, Nevada, Estados Unidos
Densidad poblacional	1.604 hab/km ²
Año de inauguración	2004
Tipo de transporte	Monorraiel sobre viga
Fabricante del vehículo	Bombardier
Sistema de conducción	Automático (driverless)
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	6,3 Km
Radio mínimo	60 m
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	15 minutos
Cantidad de estaciones	7
Altura de la vía	18 m
Cantidad de personas transportadas	14.107 pasajeros diarios
Velocidad máxima	80 km/h
Cantidad de vagones	4 independientes
Capacidad de cada vagón	18 asientos
Capacidad total	224 pasajeros, 72 asientos
Cantidad de puertas total	8
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica, 750 VCC
Sistemas adicionales	ATC, Sistema Automtic Train Control E-Tels, línea a bordo con conexión directa a la central de control.
Otras referencias	-

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Las_Vegas_Monorail

<http://www.lvmonorail.com/about/operations.php>

[\[web.archive.org/web/20060424143141/http://www.lvmonorail.com/about_03_gen_facts.html\]\(http://web.archive.org/web/20060424143141/http://www.lvmonorail.com/about_03_gen_facts.html\)](http://classic-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Nombre	Chongqing Rail Transit Line 2 
Lugar	Chongqing, China
Densidad poblacional	382 hab/km ²
Año de inauguración	2005
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	Hitachi
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	19,15 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	18
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	140.000.000 pasajeros anuales (2009)
Velocidad máxima	-
Cantidad de vagones	4 continuos
Capacidad de cada vagón	14 asientos
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	8
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	Primer y único monorriel estilo ALWEG de China

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://en.cq.gov.cn/ChongqingToday/News/2680.htm>

<http://www.cqmetro.cn/crtweb/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Chongqing_Metro

Nombre	Sentosa Express 
Lugar	Pulau Ujong, Singapur
Densidad poblacional	7.022 hab/km ²
Año de inauguración	2007
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	Hitachi
Sistema de conducción	Manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	2,1 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	8 minutos
Cantidad de estaciones	4
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	(4.000 pasajeros por hora por dirección)
Velocidad máxima	50 km/h
Cantidad de vagones	2 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	184 pasajeros
Cantidad de puertas total	4
Dimensiones	25 m de largo
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	ATP, Automatic Train Protection Automatic Train Supervisory
Otras referencias	-Los asientos son giratorios Primer monorriel de configuración pequeña de Hitachi

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Sentosa_Express

Nombre	Moscow Monorail 
Lugar	Moscú, Rusia
Densidad poblacional	9.682 hab/km ²
Año de inauguración	2008
Tipo de transporte	Monorraíl sobre viga
Fabricante del vehículo	Intamin Worldwide
Sistema de conducción	Automático, semiautomático, manual
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	4,7 Km
Radio mínimo	25 m
Pendiente máxima	7 %
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	6
Altura de la vía	5 m
Cantidad de personas transportadas	12.000 pasajeros diarios
Velocidad máxima	60 km/h
Cantidad de vagones	6 independientes
Capacidad de cada vagón	34 pasajeros, 8 asientos
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	12
Dimensiones	34,5 m de largo x 2,3 m de ancho x 3,3 m de alto
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	-Dimensiones de las puertas: 1,2 m de ancho por 2,15 m de alto.

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Moscow_Monorail

<http://monorail.ru/tex-xar.htm>

Nombre	Palm Jumeirah Monorail 
Lugar	Palm Jumeirah, Dubai, Emiratos Arabes
Densidad poblacional	408,18 hab/km ²
Año de inauguración	2009
Tipo de transporte	Monorriel sobre viga
Fabricante del vehículo	Hitachi
Sistema de conducción	Automático (driverless)
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	5,45 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	4
Altura de la vía	Entre 10 y 24 metros
Cantidad de personas transportadas	600 pasajeros diarios
Velocidad máxima	70 km/h
Cantidad de vagones	3 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	2.400 pasajeros por hora por dirección
Cantidad de puertas total	12
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Eléctrica
Sistemas adicionales	Sistema de vigilancia
Otras referencias	Primer monorriel de los Emiratos Árabes

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/Palm_Jumeirah_Monorail

<http://www.arabianbusiness.com/quiet-please-for-region-s-first-monorail-146754.html>

http://www.khaleejtimes.com/DisplayArticle.asp?xfile=data/theuae/2009/May/theuae_May169.xml§ion=theuae&col=

<http://dubaistructure.blogspot.com/2011/05/palm-jumeirah-monorail.html>

5.3 Transporte de levitación magnética

Teniendo presente las características que conforman a un monorraíl, el sistema de transporte de levitación magnética, que según la Administración Federal de Ferrocarriles de los Estados Unidos lo define como *una tecnología de avanzada en la cual fuerzas magnéticas impulsan y guían a un vehículo a través de un carril* puede ser considerado un monorraíl, aunque comúnmente se lo considere como un tipo de tren.



Maglev Transrapid

El Maglev, término que proviene del inglés que se significa levitación magnética, es un sistema de transporte que utiliza la levitación magnética para suspender, guiar y propulsar vehículos (principalmente trenes) a través de imanes en lugar de utilizar los medios mecánicos convencionales, como ruedas, ejes, rodamientos, etc.

Este tipo de transporte carece de motor convencional, ya que el impulso viene dado por los electroimanes ubicados a lo largo del convoy y de los rieles. De esta forma se logra un vehículo más liviano y mucho menos ruidoso en comparación con cualquier otro sistema de transporte terrestre (trenes, subtes, etc.). Para frenar utiliza los electroimanes y también puede ser asistido por medio de frenos aerodinámicos tipo flaps.

La ausencia de contacto físico entre el riel y el tren hace que la única fricción sea el aire, por lo cual se puedan lograr altas velocidades de viaje (la máxima velocidad alcanzada hasta la fecha fue de 581 km/h) pero requiere un consumo de energía elevado para mantener, controlar la polaridad de los imanes y superar la resistencia del aire.

Como inconvenientes se destaca el alto costo de la infraestructura necesaria para la vía y el sistema eléctrico. Otro factor limitante es el peso del tren, por lo cual esta tecnología no es aplicable actualmente al transporte de mercancías.¹⁸⁵

Ventajas	Desventajas
Es un sistema de transporte que puede alcanzar altas velocidades. También se logran menos distancia para la aceleración y el frenado.	Altísimo costo de la infraestructura necesario para la vía y el sistema eléctrico. La infraestructura no es compatible con al de los trenes convencionales.
Bajo mantenimiento, debido a que el rozamiento de las partes es nulo.	Alto consumo de energía.
No producen contaminación atmosférica y acústica.	Actualmente no es aplicable para el transporte de mercancías, debido a que el peso es un factor limitante.

Cuadro de ventajas y desventajas de este tipo de sistema.

¹⁸⁵ WIKIPEDIA. *Tren de levitación magnética*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_levitaci%C3%B3n_magn%C3%A9tica>, última modificación 26-09-2011, (citado 06-10-2011)

5.3.1 Clases de Maglev's

En la actualidad están en servicio varios transportes de levitación magnética, que se dividen en: Maglev urbanos y Maglev de alta velocidad. A continuación se detallan los aspectos principales de los mismos:

Nombre	Birmingham Maglev 
Lugar	Birmingham, Inglaterra
Densidad poblacional	3,739 hab/km ²
Año de inauguración	1984 - 1995 (clausurado)
Tipo de transporte	Maglev urbano
Fabricante del vehículo	-
Sistema de conducción	Automático
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	600 m
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	2
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	42 km/h
Cantidad de vagones	1
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	2
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	Por medio de motores lineales de inducción (LIM)
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	Primer Maglev comercial. Flota 15 mm por encima de las vías.

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/AirRail_Link

Nombre	Rotem Urban Maglev System 
Lugar	Daejeon, Corea del Sur
Densidad poblacional	2.823 hab/km ²
Año de inauguración	2003 - 2008 (proyecto de prueba)
Tipo de transporte	Maglev urbano
Fabricante del vehículo	Rotem Co.
Sistema de conducción	-
Configuración del trayecto	Simple carril, abierto
Distancia del recorrido	3,5 km
Radio mínimo	60 m
Pendiente máxima	8%
Tiempo del recorrido	12 minutos
Cantidad de estaciones	5
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	110 km/h
Cantidad de vagones	2 continuos
Capacidad de cada vagón	100 pasajeros
Capacidad total	200 pasajeros
Cantidad de puertas total	8
Dimensiones	13,5 m de largo x 2,85 m de ancho x 3,50 m de alto
Peso total	30 t
Propulsión	LSM (Linear Synchronous Motor) Voltaje de 1.500 VCD
Sistemas adicionales	ATP, Automatic Train Protection
Otras referencias	Tecnología magnética: EMS Aceleración: 3,6 km/h/s Frenado: 4,5 km/h/s Nivel de ruido en el interior: 65 dB(A)

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://magnetbahnforum.de/index.php?Rotem-Urban-Maglev-1>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Maglev_\(transport\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Maglev_(transport))

Maglev for Urban Transit by Rotem - Brochure.pdf

Nombre	Aichi High-Speed Transit Tobu Kyuryo Line "Linimo" 
Lugar	Aichi, Japón
Densidad poblacional	1.437,51 hab/km ²
Año de inauguración	2005
Tipo de transporte	Maglev urbano
Fabricante del vehículo	Chubu HSST Development Corporation
Sistema de conducción	Automático
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	8,9 km
Radio mínimo	75 m
Pendiente máxima	6 %
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	9
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	4.000.000 pasajeros anuales
Velocidad máxima	100 km/h
Cantidad de vagones	3 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	244 pasajeros
Cantidad de puertas total	6
Dimensiones	13,5 m de largo x 2,6 m de ancho x 3,45 m de alto
Peso total	-
Propulsión	Levitación magnética por medio de motores LSM. Sistema eléctrico: CC1.500V
Sistemas adicionales	ATC, Sistema Automtic Train Control, MDU
Otras referencias	Flota 8 mm por encima de las vías. La construcción costó cerca de 100 millones por kilómetro. Tecnología magnética: EMS

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Linimo>
<http://www.linimo.jp/syaryo/index.html>
http://magnetbahnforum.de/index.php?en_faf_linimo

Nombre	Rotem Urban Maglev System 
Lugar	Incheon, Corea del Sur
Densidad poblacional	2.724,6 hab/km ²
Año de inauguración	2006 - 2012
Tipo de transporte	Maglev urbano
Fabricante del vehículo	Rotem Co.
Sistema de conducción	Semiautomático
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	6,1 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	-
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	110 km/h
Cantidad de vagones	2
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	100 pasajeros
Cantidad de puertas total	-
Dimensiones	-
Peso total	20 t
Propulsión	Por medio de motores lineales de inducción (LIM)
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	Tecnología magnética: EMS

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://www.railwaygazette.com/nc/news/single-view/view/urban-maglev-opportunity.html>

Nombre	Shanghai Maglev Train 
Lugar	Shanghai, China
Densidad poblacional	2.683 hab/km ²
Año de inauguración	2004
Tipo de transporte	Maglev de alta velocidad
Fabricante del vehículo	Siemens - ThyssenKrupp
Sistema de conducción	Manual - Semiautomático
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	30,5 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	7 minutos
Cantidad de estaciones	2
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	7.500 pasajeros por día
Velocidad máxima	430 km/h
Cantidad de vagones	3 continuos
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	440 pasajeros
Cantidad de puertas total	12
Dimensiones	-
Peso total	50 t
Propulsión	Por medio de motores sincrónicos lineales (LSM)
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	Tecnología magnética: EMS

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Transrapid#Technology>

Nombre	JR-Maglev MLX-01 
Lugar	Yamanashi, Japón (pista de prueba)
Densidad poblacional	-
Año de inauguración	2002 (modelo MLX-01-901A)
Tipo de transporte	Maglev de alta velocidad
Fabricante del vehículo	Central Japan Railway Company
Sistema de conducción	Semiautomático
Configuración del trayecto	Doble carril, abierto
Distancia del recorrido	18,4 km
Radio mínimo	-
Pendiente máxima	-
Tiempo del recorrido	-
Cantidad de estaciones	-
Altura de la vía	-
Cantidad de personas transportadas	-
Velocidad máxima	581 km/h (record de velocidad)
Cantidad de vagones	3 - 5
Capacidad de cada vagón	-
Capacidad total	-
Cantidad de puertas total	-
Dimensiones	-
Peso total	-
Propulsión	-
Sistemas adicionales	-
Otras referencias	Tecnología magnética: EDS No presta servicio de transporte de pasajeros.

(*) Los datos pertenecientes a la tabla fueron extraídos de las siguientes páginas webs:

http://en.wikipedia.org/wiki/JR-Maglev#Fundamental_technology_elements

5.4 Conclusiones finales acerca de los monorrieles

Los monorrieles a pesar con que no han logrado tener grandes éxitos como sistemas de transporte en el mundo, poseen muchas características que son interesantes:

Ventajas:

- Los monorrieles frente a los ferrocarriles tradicionales requieren un espacio mínimo, tanto horizontal como vertical por lo cual necesitan de sólo una pequeña superficie para apoyar los pilares.
- Son silenciosos, debido a que funcionan con motores eléctricos y usan ruedas de caucho.
- Al usar motores eléctricos no generan contaminantes atmosféricos.
- Como generalmente sus carriles-guías están a varios metros por encima del nivel del suelo, no intervienen en el normal flujo del tránsito, tanto en su etapa de construcción como de funcionamiento.
- Son seguros. Los sistemas de agarre de sus carriles-guías hacen que sean incapaces de descarrillar, salva que la propia viga sufre un grave daño.
- En comparación a los subtes, los costos económicos y los tiempos de construcción son mucho menores.

Desventajas:

- Los monorrieles de levitación magnética requieren una vía propia y no pueden ser integrados directamente con ningún otro sistema de transporte.
- En caso de emergencia, los pasajeros no pueden evacuar inmediatamente el vehículo debido a que éste suele estar elevados, sin embargo suelen disponer de diferentes medidas de seguridad para esos casos.
- Generalmente a los monorrieles suelen asociarlos como sistemas de transporte de parque de diversiones, por lo que no son tomados en serio para otras aplicaciones.

5.5 Conclusión del capítulo

El término monorraíl generalmente se usa para describir a los sistemas de transporte en los que los vagones están suspendidos o se desplazan sobre una estructura de un solo raíl, para transportar mercancías o personas.

Según el diseño de su carril-guía los monorraíles pueden dividirse en dos clases generales: monorraíles sobre vigas y monorraíles suspendidos.

En el mundo actualmente están en servicio múltiples monorraíles.

Teniendo presente las características que conforman a un monorraíl, el sistema de transporte de levitación magnética, puede ser considerado un monorraíl, aunque comúnmente se lo considere como un tipo de tren. El Maglev, término que proviene del inglés que se significa levitación magnética, es un sistema de transporte que utiliza la levitación magnética para suspender, guiar y propulsar vehículos (principalmente trenes) a través de imanes en lugar de utilizar los medios mecánicos convencionales, como ruedas, ejes, rodamientos, etc.

Capítulo 6: Pilas de combustible

“El inevitable final de las reservas de petróleo y las dificultades para obtener en las próximas décadas energía abundante y limpia obliga a buscar combustibles alternativos. La llamada pila de combustible parece la solución más convincente”¹⁸⁶

Javier Molto

Una pila de combustible (Fuel Cell en terminología anglosajona), también llamada célula o celda de combustible es un dispositivo electroquímico de conversión de energía similar a una batería, pero se diferencia de esta última en que está diseñada para permitir el reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos, es decir, produce electricidad de una fuente externa de combustible y de oxígeno en contraposición a la capacidad limitada de almacenamiento de energía que posee una batería. Los reactivos típicos utilizados en una celda de combustible son hidrógeno (H) en el lado del ánodo y oxígeno (O₂) en el lado del cátodo.¹⁸⁷

Un coche propulsado por hidrógeno es, en realidad, un coche eléctrico. La particularidad está en que, en lugar de almacenar en baterías la energía eléctrica captada de la red, generan su propia energía eléctrica a bordo mediante una pila de combustible alimentada por hidrógeno, aportando notables ventajas.¹⁸⁸

Hay varios tipos de pilas de combustible, pero todas se basan en torno a un diseño común. Una pila de combustible se compone de una serie de celdas individuales. Cada celda tiene dos electrodos, uno positivo y uno negativo, llamados cátodo y ánodo. Las reacciones que producen la electricidad se dan en los electrodos. Cada célula posee un electrolito que puede ser sólido o líquido, el cual se encarga de llevar los iones de un electrodo a otro. También dispone de un catalizador que acelera las reacciones. El electrolito juega un papel principal ya que debe permitir que sólo los iones apropiados puedan pasar entre los electrodos. Si los electrones libres u otras sustancias pasan a través del electrolito, pueden llegar a alterar la reacción química y reducir la eficiencia de la celda.¹⁸⁹

6.1 Funcionamiento

En el ejemplo típico de una pila de combustible con membrana intercambiadora de protones (PEM), una membrana polimérica conductora de protones (el electrolito), separa el lado del ánodo del lado del cátodo.

En el lado del ánodo, el H que llega se disocia en protones y electrones. Los protones son conducidos a través de la membrana al cátodo, pero los electrones están forzados a viajar por un circuito externo, produciendo energía, ya que la membrana está aislada eléctricamente. En el

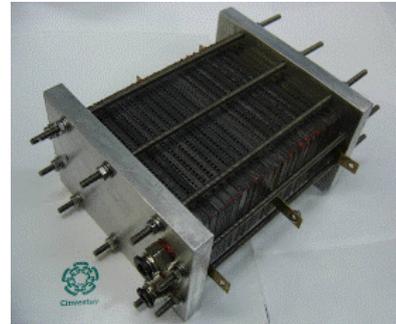
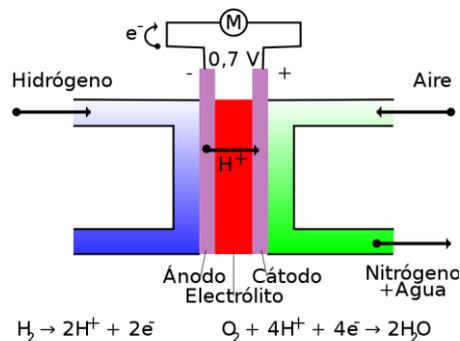
¹⁸⁶ MOLTÓ, Javier. *Pila de combustible*, <<http://www.km77.com/tecnica/alternativas/pila/texto.asp>>, publicado 09-06-2000, (citado 05-09-2011)

¹⁸⁷ WIKIPEDIA. *Pila de combustible*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_combustible>, última modificación 21-07-2011, (citado 02-09-2011)

¹⁸⁸ ARTÉS, David G. *Coches de hidrógeno con pila de combustible [estado de la tecnología del automóvil]*, <<http://www.tecmovia.com/2012/01/31/coches-de-hidrogeno-con-pila-de-combustible-estado-de-la-tecnologia-del-automovil/>>, publicado 31-01-2012, (citado 20-02-2012)

¹⁸⁹ FUEL CELL TODAY. *Introduction*, <<http://www.fuelcelltoday.com/about-fuel-cells/introduction>>, 2011, (citado 22-09-2011)

catalizador del cátodo, las moléculas del oxígeno reaccionan con los electrones, conducidos a través del circuito externo, y protones para formar agua. En este caso el único residuo es vapor de agua o agua líquida. Es importante mencionar que para que los protones puedan atravesar la membrana, esta debe estar convenientemente humidificada.¹⁹⁰



Esquema de una pila de combustible.¹⁹¹ Pila de combustible constituida por celdas individuales¹⁹²

6.2 Tipos de celdas de combustible

Las pilas de combustible se clasifican según la naturaleza del electrolito (a excepción de las pilas de metanol directo que se llaman así por su capacidad de utilizar metanol como combustible). Cada pila tiene sus características propias, prácticamente todas extraen energía de la combinación de H y oxígeno, y trabajan en diferentes rangos de temperaturas. Cuando mayor es la temperatura de funcionamiento, más barato es el electrolito. Para describir las principales tipos de celas de combustible fue necesario recurrir a las siguientes fuentes:^{193 194 195 196 197}

¹⁹⁰ WIKIPEDIA. *Pila de combustible*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_combustible>, última modificación 21-07-2011, (citado 02-09-2011)

¹⁹¹ HANDIGELHARRY. *Archivo:Fuel cell ES.svg*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fuel_cell_ES.svg>, publicado 22-04-2008, (citado 02-09-2011)

¹⁹² SOLORZA FERIA, Omar. *Hidrógeno y Celdas de Combustible*, <<http://www.relaq.mx/RLQ/h2.html>>, s.f. (citado 22-09-2011)

¹⁹³ EXPLÍCAME.ORG. *Celdas de energía*, <<http://www.explicame.org/content/view/57/1/1/1/>>, Copyright 2011, (citado 21-09-2011), pp.2-3

¹⁹⁴ NICE, Karin, STRICKLAND, Jonathan. *How Fuel Cell Work*, Types of the Fuel Cells, <<http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/alternative-fuels/fuel-cell1.htm>>, s.f. (citado 21-09-2011)

¹⁹⁵ HYDROGENTRADE.COM. *Hydrogen Fuel Cells*, <<http://www.hydrogentrade.com/fuel-cells/>>, s.f., (citado 21-09-2011)

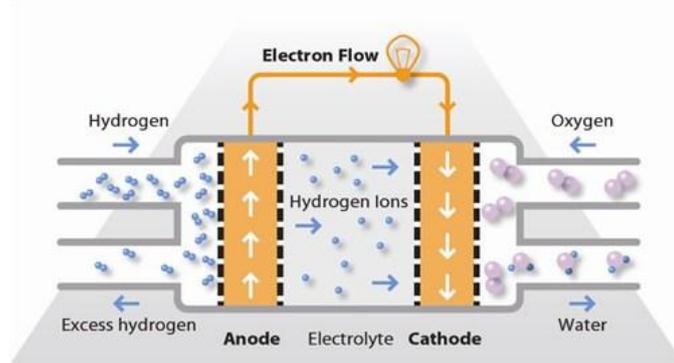
¹⁹⁶ U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Fuel Cell*, Types of Fuel Cells, <http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/fc_types.html>, última actualización 03-08-2011, (citado 22-09-2011)

¹⁹⁷ FUEL CELL TODAY. *Technologies*, <<http://www.fuelcelltoday.com/about-fuel-cells/technologies>>, 2011, (citado 22-09-2011)

6.2.1 Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC)

También llamadas polymer electrolyte membrane fuel cell, estas celdas utilizan una membrana polimérica como electrolito y electrodos de carbono poroso que contienen pequeñas láminas de platino como catalizador. Las PEM tienen una alta densidad de potencia y una temperatura de funcionamiento relativamente baja (entre 60 y 80°C). Esto significa que no necesita mucho tiempo para la puesta en marcha. Son livianas y de poco volumen comparadas con otras celdas.

Requieren de H puro y son muy sensibles a las pequeñas cantidades de CO₂. Todas estas características hacen que sean adecuadas para aplicaciones en el transporte.

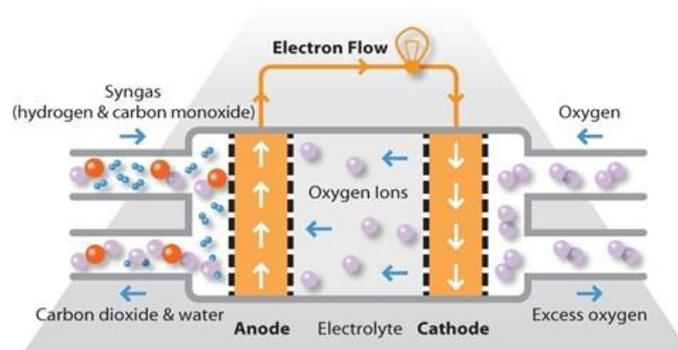


Funcionamiento de las PEM

6.2.2 Solid oxide fuel cell (SOFC)

Las celdas de óxido sólido usan un compuesto, hecho a base de cerámica dura (como calcio o circonio) y óxidos (por medios químicos) que funcionan como electrolito. La eficiencia es de 60% y funcionan a temperaturas muy altas (entre 800 y 1.000°C). Estas temperaturas, hacen que la confiabilidad sea un problema, y se requieran grandes aislaciones térmicas. Sin embargo tienen una ventaja, el vapor producido por la pila se puede canalizar hacia turbinas para generar más electricidad. Este proceso se llama cogeneración de calor y electricidad y mejora la eficiencia global del sistema. Este tipo de pilas son las más resistentes al azufre y no se contaminan con CO₂.

Son comúnmente utilizadas para grandes generadores estacionarios de electricidad ya que pueden generar una potencia de 1 kW a 100 kW.

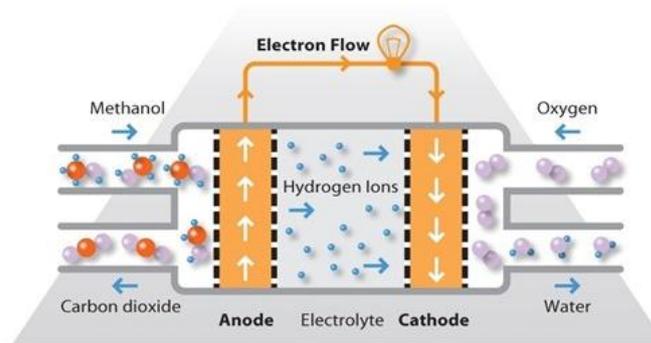


Funcionamiento de las SOFC

6.2.3 Direct methanol fuel cell (DMFC)

Las celdas de combustible metanol directo son capaces de extraer H del metanol líquido, eliminando la necesidad de un reformador de combustible. El metanol es un líquido estable en comparación con el H, posee mayor densidad energética, es más sencillo transportarlo y almacenarlo.

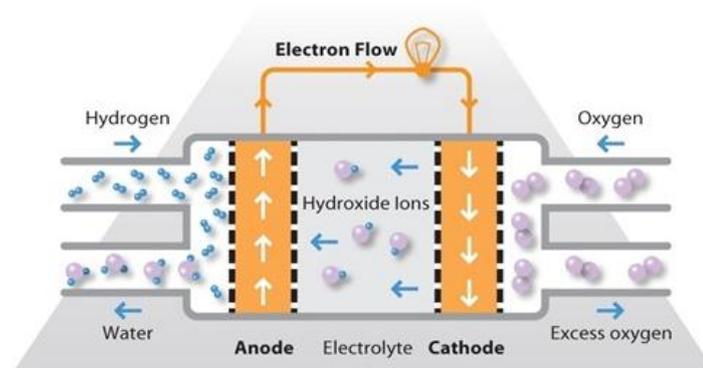
Las DMFC son comparables con las PEM ya que utilizan un electrolito de polímero y trabajan a temperaturas similares, pero no son tan eficientes. Requieren una cantidad relativamente elevada de platino para actuar como catalizador, lo que hace que sean caras, no obstante no se requiere de un voluminoso y pesado sistema de almacenamiento de H o un subsistema reformado. Tienen a ser utilizadas en teléfonos celulares y computadoras portátiles.



Funcionamiento de las DMFC

6.2.4 Alkaline fuel cell (AFC)

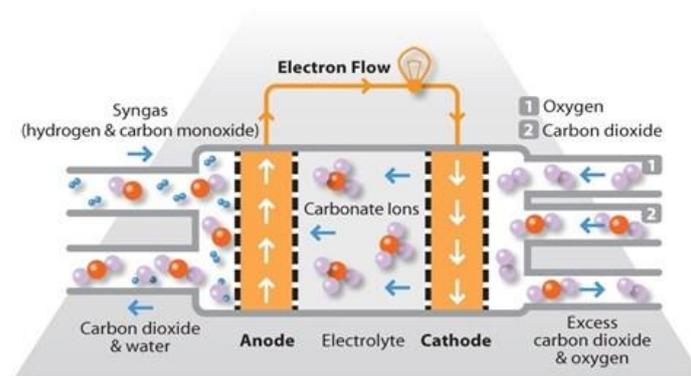
Las celdas de combustible de alcalina usan una solución de hidróxido de potasio y agua como su electrolito y níquel como catalizador. No obstante también pueden utilizar una variedad de metales no preciosos como catalizador. Su eficiencia es aproximadamente del 60% y puede llegar a producir una energía de 300 W a 5 kW. Su temperatura de operación es de 150 a 200°C. Funcionan con H puro, por lo que resultan ser fácilmente envenenadas por el CO₂ es decir, una pequeña cantidad de dióxido de carbono puede afectar el funcionamiento de esta celda. Las celdas alcalinas son las más antiguas, fueron usadas en naves espaciales para proveer tanto electricidad como agua potable en la década de los 60.



Funcionamiento de las AFC

6.2.5 Molten carbonate fuel cell (MCFC)

Las celdas de carbonato fundido usan una sal de carbonato fundido suspendida en una matriz cerámica porosa como electrolito. Las sales comúnmente utilizadas son el carbonato de litio, de potasio y de sodio. Los rangos de eficiencia son del 60 al 80% y tienen una temperatura de funcionamiento de aproximadamente 650°C, por lo que no es necesario utilizar materiales nobles como catalizador. Pueden operar con distintos combustibles ya que toleran pequeñas cantidad de dióxido de carbono. La principal desventaja de estas pilas es la durabilidad. Las altas temperaturas en las que estas celdas funcionan y el electrolito corrosivo que utilizan, disminuyen la vida de la celda. Se utilizan para la generación de energía estacionaria.

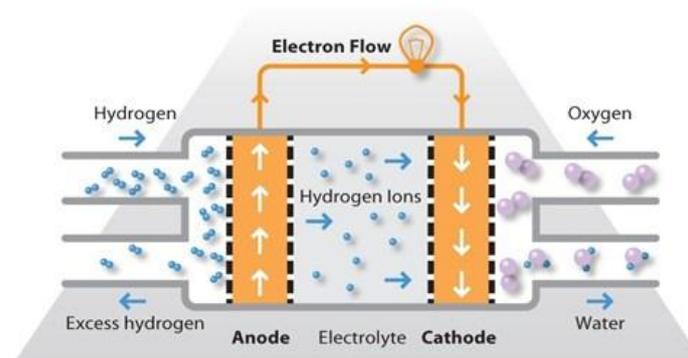


Funcionamiento de las MCFC

6.2.6 Phosphoric acid fuel cell (PAFC)

Las celdas de ácido fosfórico, utilizan a este último (H_3PO_4) como su electrolito y platino como catalizador. Su eficiencia es del 40% y llega al 85% cuando se las utilizan para la cogeneración de energía. Su temperatura de operación está entre 150 a 200°C.

Las celdas de ácido fosfórico existentes tienen la capacidad de producir energía hasta 200 kW. Toleran concentraciones de monóxido de carbono (aproximadamente del 1,5%), lo que permite la utilización de otros combustibles, sin embargo se debe quitar el azufre, ya que no son compatibles químicamente. A menudo se utilizan para aplicaciones en generadores estacionarios de energía aunque algunas PAFC se han utilizado en vehículos grandes.



Funcionamiento de las PAFC

En el siguiente cuadro se elabora un resumen con las características de las principales de las pilas de combustible:

Tipo	Electrolito	Potencia	Rango de T°	Eficiencia	Tiempo de puesta en marcha
PEM	Membrana polimérica	De 0,1 a 500 kW	60°-80°C	Celda: 50-70% Sistema: 30-50%	Seg-Min
SOFC	Óxido cerámico	De 1 a 100 kW	800° a 1000°C	Celda: 60% Sistema: 80%	Horas
AFC	Solución alcalina	De 300 W a 5 kW	70° a 100°C	Celda: 65% Sistema: 60%	Minutos
PAFC	Ácido fosfórico	De 200 kW a 100 MW	150°-200°C	Celda: 40% Sistema: 85%	Horas
MCFC	Carbonato alcalino fundido	De 2 a 100 MW	650° a 800°C	Celda: 60% Sistema: 80%	Horas
DMFC	Membrana polimérica	De pocos mW a 100 kW	50°-120°C	Celda: 30%	Seg-Min

Principales tipos de celdas de combustible

6.3 Métodos para la obtención de hidrógeno

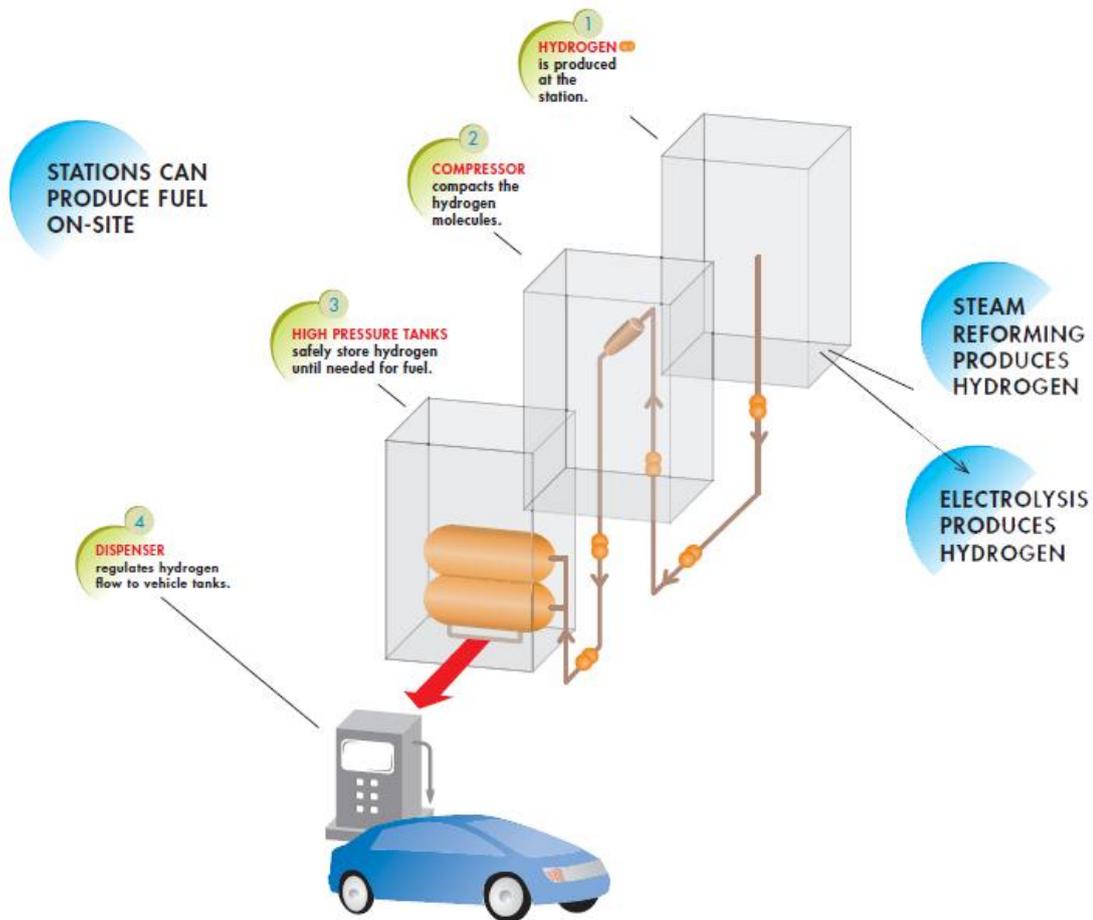
Todo lo que corresponde al punto 6.3.3 y sus subíndices está basando en el artículo *California Fuel Cell Partnership*.¹⁹⁸

El H en estado puro se encuentra en la naturaleza en pequeñas cantidades. Se puede hallar en los gases de la atmósfera, en los gases volcánicos o absorbidos en metales como el platino, el hierro, el cobalto y el níquel. Sin embargo, en estado combinado, el H es un elemento muy frecuente ya que está presente en los alimentos, en los tejidos de los seres vivos, en los gases combustibles naturales, en todos los ácidos y derivados del petróleo y, por supuesto en el agua.

Al proceso de obtención de H a partir de un compuesto químico se le denomina reformado. Una pila puede ser alimentada directamente a partir de H puro almacenado en estado líquido o gaseoso, o por H extraído de un compuesto.

En muchas estaciones de H, este gas es producido en el mismo lugar, mediante los métodos de gas natural o por electrólisis, ya que estos son los más comunes.

¹⁹⁸ CALIFORNIA FUEI CELL PARTNERSHIP. *How it works*, <http://www.cafcp.org/sites/files/20081015_Fuel%20Cell%20Booklet.pdf>, s.f, (citado 12-09-2011), pp.4-6



Esquema de una estación de hidrógeno que produce en el mismo lugar.

En otras ocasiones el H es producido en plantas alejadas de las estaciones y es entregado a estas últimas por medio de camiones cisterna. El H es transportado en estado líquido, por lo cual debe tener una temperatura criogénica de -253°C . El tanque del camión debe ser blanco, y no utiliza electricidad para la refrigeración, ya que el diseño del mismo es apto para mantener el H a esa temperatura.

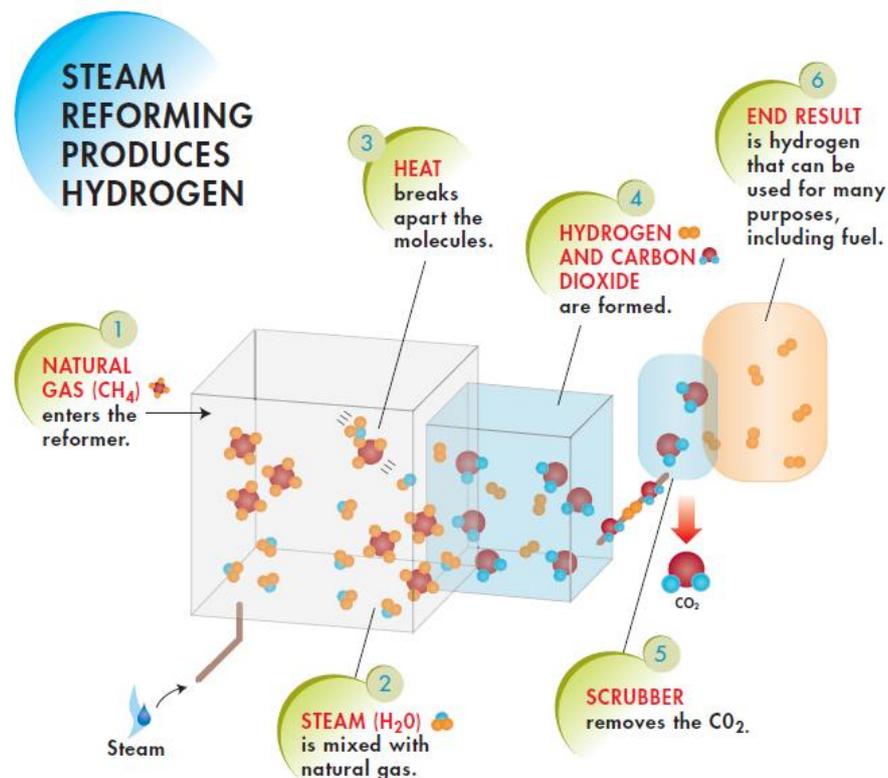
Una vez que llega a la estación, una bomba extrae el H líquido y lo manda a un compresor. Más tarde, ese líquido comprimido se lo calentará hasta obtener H gaseoso que será almacenado a alta presión en unos tanques de acero. Por medio de un dispenser, se regula el flujo del combustible que será depositado en los tanques de los vehículos.

6.3.1 Reformado de gas natural

En la actualidad la mayoría del H que se produce es mediante el reformado de gas natural. En este método el gas natural (CH_4) se mezcla con vapor de agua caliente, y se lo hace pasar por un catalizador (por ejemplo una mezcla de cobalto y níquel). Este catalizador, a elevadas temperaturas (cerca de 900°C) hace que el metano presente en ese gas, se transforme en H y monóxido de carbono.

Otra forma de conseguir H a partir del proceso de reformado es mediante la utilización de otros derivados del petróleo como el metanol, etanol e hidrocarburos. También se puede emplear combustibles derivados de la biomasa (biogás, bioalcohol, bioetanol). En este caso el

aprovechamiento energético de la biomasa no contribuye al aumento de los gases de efecto de invernadero, dado que el balance de emisiones de CO₂ a la atmósfera es neutro, debido a que el CO₂ generado en la combustión de la biomasa es reciclado mediante la fotosíntesis en el crecimiento de las plantas.¹⁹⁹



Esquema de obtención de hidrógeno por medio de gas natural

Fórmula química de la obtención de hidrógeno:



6.3.2 Electrólisis

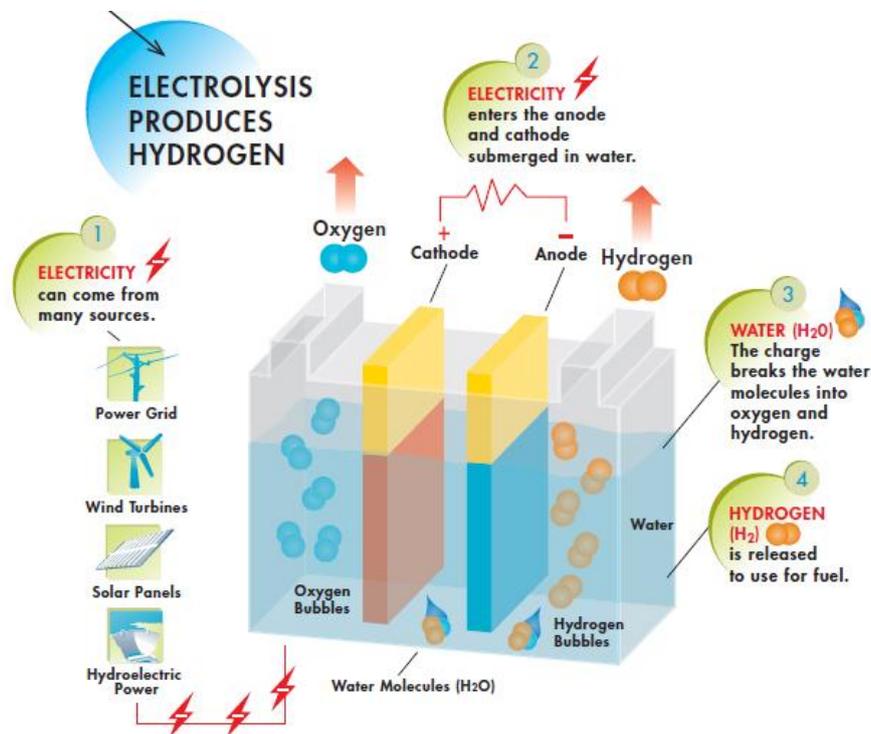
En este método se hace pasar una corriente eléctrica continua a través del agua (H₂O) en la cual se produce la separación de la molécula, obteniendo H y oxígeno. El oxígeno es liberado a la atmósfera y el H es comprimido y almacenado en tanques.

La corriente eléctrica requerida puede provenir de diversas fuentes, y cuando estas son de fuentes renovables como la eólica, la solar, la geotérmica, la contaminación es nula. Sin embargo la electrólisis es cara en comparación al reformado de gas natural y puede ser contaminante, ya que la mayoría de la electricidad requerida se produce a partir de la quema de combustibles fósiles.²⁰⁰

¹⁹⁹ BIOD2. *Celdas de combustible*, <<http://biod2.wordpress.com/celdas-de-combustible-y-similares/>>, creado 15-11-2010, (citado 13-09-2011)

²⁰⁰ BIOD2. *Celdas de combustible*, <<http://biod2.wordpress.com/celdas-de-combustible-y-similares/>>, creado 15-11-2010, (citado 13-09-2011)

Fórmula química de la obtención de hidrógeno:



Esquema de obtención de hidrógeno por medio de gas natural.

6.3.3 Biológica

Existen distintos procesos biológicos en los que el H es liberado o producido como un producto intermedio. En principio se pueden distinguir dos tipos diferentes de procesos: la fotosíntesis que requiere luz y la fermentación que tiene lugar en la oscuridad. El H es producido por algas en el primer caso y por microorganismos en la fermentación. Estos métodos de generación de H están aún en estado de desarrollo ya que poseen eficiencias extremadamente bajas, pero existen opciones complementarias para una economía del H futura.

En ciertos tipos de fermentación anaeróbica de hidratos de carbono producida por bacterias específicas se desprende H libre. Las tecnologías para la generación de H a partir de biomasa no están lejos de estar disponibles comercialmente. Dependiendo del tipo de proceso, existen distintos estadios de investigación y desarrollo.

Los expertos distinguen los siguientes métodos para la generación de H: conversión de biomasa consistente (por ejemplo pellets de cultivos, residuos sólidos de biomasa), fermentación de biomasa como abono líquido y generación biológica de H. El aspecto seductor de la generación de H directamente a partir de la biomasa es que la obtención del H es efectuada de las mismas fuentes de energía renovables sin efectuar el rodeo de convertir previamente la energía contenida

en la biomasa en electricidad (necesaria para la electrólisis). Por este medio es posible alcanzar un muy eficiente sistema con un balance energético general positivo.²⁰¹

6.3.4 Otros métodos

También existen otros métodos menos utilizados, la mayoría se describen en el siguiente cuadro.

Proceso	Descripción
A partir del agua, mediante desplazamiento	Poniendo en contacto con el agua algunos metales como el sodio o el potasio estos son capaces de desplazar, a temperatura ambiente, el H del agua.
Mediante vapor de agua	Poniendo en contacto metales como el zinc o el hierro con vapor de agua a una elevada temperatura se obtiene el óxido del metal con el consiguiente desprendimiento de H.
A partir de los ácidos, mediante desplazamiento	Poniendo algunos metales, como el hierro, en contacto con una disolución de ácido el H del ácido puede ser desplazado.
A partir de hidróxidos solubles	Mediante la reacción que producen ciertos metales como el Zinc en hidróxido sódico.

Métodos de obtención de hidrógeno²⁰²

6.4 Formas de distribución

Un factor importante en la utilización de cualquier tipo de combustible es que la distribución sea eficiente, segura y económicamente viable. El H presenta algunos desafíos especiales en comparación con los combustibles fósiles. Algunas formas de distribuir el H son por medio de:

- Cañerías: mucha de la infraestructura utilizada para transportar o distribuir petróleo y gas natural puede ser usada para el H. Dado que las tuberías son de acero y trabajan con una presión de 10 a 20 bares, no habría inconvenientes para ello. La única salvedad es que las tuberías deben contar con bajos niveles de carbono, y los conductos de PVC utilizados para el gas natural no pueden ser utilizados, debido a que el material es muy poroso para el uso con H.
- Camiones con cisternas especiales: este tipo de vehículos transporta el H tanto en estado líquido como en gas. Para que el H se mantenga en estado líquido, es necesario contenerlo a una temperatura aproximadamente de unos -251°C , por lo que requiere un sistema de refrigeración que demanda mucha energía y tanques especiales para temperaturas criogénicas. En caso de transportarlo en estado gaseoso, el H es almacenado en tanques a alta presión.
- Barcos o buques: de manera similar como se lo hace con el gas natural licuado (LNG), el H puede ser transportado en tanques especiales por medio de barcos.

²⁰¹ ASOCIACIÓN ARGENTINA DEL HIDRÓGENO. *Hidrógeno, Producción*, <<http://www.aah2.org.ar/produccion.htm>>, 2005, (citado 29-09-2011)

²⁰² DOMÍNGUEZ SÁNCHEZ, Juan José. *Celdas de combustible (II)*, [documento en PDF], Mayo-Junio 2002, (citado 02-09-2011), pp.23-24

- Aviones: aunque los vehículos aéreos no se los asocia con el transporte de combustibles, el H presenta características (muy liviano) que haría factible su transporte, así reduciendo la evaporación del mismo.²⁰³

6.5 Almacenamiento

El almacenamiento del H en estado puro presenta ciertas dificultades a la hora de transportarlo. Por ejemplo, 5 kg de H₂ es equivalente a 22 litros de combustible fósil, y para almacenarlo bajo condiciones ambientales normales, se necesitaría un tanque de 5 metros de diámetro, es por ello que el H se puede almacenar bajo diferentes formas:

6.5.1 Estado líquido

El H para ser almacenado en estado líquido debe estar a muy baja temperatura (-251,95°C) y a presión ambiente. Según BMW, la ventaja de almacenarlo de esta manera es que a igualdad de volumen un depósito de H₂ a -250°C contiene un 75% más de energía que uno con H₂ a 700 bar (mayor densidad energética).²⁰⁴ Sin embargo mantener esa baja temperatura, suele ser costoso y el tanque debe ser perfectamente hermético debido a que el H en ese estado se evapora muy fácilmente. En el mejor de los tanques, el H se evapora a tasa de un 3% diario. Otra desventaja es que se deben aumentar las medidas de seguridad al manejar el H en ese estado, debido a que es más inflamable.

6.5.2 Estado gaseoso

En este caso el H es almacenado en estado gaseoso a alta presión, de 350 a 700 bar. Los tanques para almacenamiento de gas a presión difieren en su construcción de acuerdo al tipo de aplicación en que sean utilizados, la cual determinará el nivel de presión requerido. La mayoría de los tanques de uso estacionario son de baja presión porque este tipo de acumuladores es más económico. Los requerimientos para aplicaciones móviles, por ejemplo para automóviles, son un poco diferentes a causa de la falta de disponibilidad de espacio para esos tanques. Para esos usos la presión de los tanques se incrementa hasta los 700 bar con el fin de acumular tanto H como sea posible en un espacio muy confinado.

Los tanques modernos son construidos en materiales compuestos (fibra de vidrio, fibra de carbono) con un fino revestimiento interno de aluminio y por lo tanto son livianos, pero muy costosos.²⁰⁵

La ventaja de un depósito presurizado es que permite contener el gas más fácilmente que un depósito licuado, del que inevitablemente se acaba escapando a medida que se calienta.

²⁰³ HYDROGENTRADE.COM. *Hydrogen Distribution*, <<http://www.hydrogentrade.com/distribution/>>, s.f., (citado 19-09-2011)

²⁰⁴ PICHARDO, Juan Manuel. *BMW Hydrogen 7*, <<http://www.km77.com/marcas/bmw/2007/serie7/hydrogen7/t01.asp>>, publicado 29-09-2006, (citado 12-09-2011)

²⁰⁵ ASOCIACIÓN ARGENTINA DEL HIDRÓGENO. *Almacenamiento de Hidrógeno*, <<http://www.aah2.org.ar/almacenamiento.htm>>, 2005, (citado 29-09-2011)

6.5.3 Estado sólido

El H también puede ser almacenado en estado sólido en combinación química con otros elementos. Hay una serie de materiales que pueden absorber muchas veces su propio peso en H, ejemplo de ello son los materiales basados en boro, específicamente los hidruros de boro que pueden almacenar hasta el 19% de su peso en H y lo liberan a temperaturas que van desde los 100° a los 400°C. Otro sólido de interés es el borano de amoníaco que puede contener 13% de H y lo libera en dos etapas a temperaturas superiores a los 100°C.²⁰⁶

Científicos del Pacific Northwest National Laboratory, está realizando estudios con borano de amoníaco sólido, o AB, comprimido en pequeñas pastillas que sirven como material de almacenamiento de H. Afirman que cada milímetro de AB pesa alrededor de $\frac{3}{4}$ partes de un gramo y que una pequeña bolita de borano de amoníaco sólido (240 mg) es capaz de almacenar cantidades relativamente grandes de H (0,5 litros) en un volumen muy pequeño. Los investigadores esperan que un sistema de combustible mediante pellets AB (pastillas) ocupe menos espacio y sea más ligero que los sistemas que utilizan H a alta presión.²⁰⁷

Por otro lado la acumulación mediante hidruros metálicos posee una alta capacidad, sin embargo suelen ser muy pesados y por esta razón no se emplean en aplicaciones móviles livianas como automóviles y micrómnibus. Además de ello, son muy caros debido al alto costo de los materiales empleados. Teniendo precaución en el manejo y seguridad es ventajoso el empleo de tanques de hidruros metálicos ya que casi todos ellos operan a presiones normales, no existen pérdidas y producen una purificación de H.

El H es extraído mediante el aporte de calor y el rendimiento es bajo, del 2 al 6% del peso del hidruro.²⁰⁸

6.5.4 Otros medios

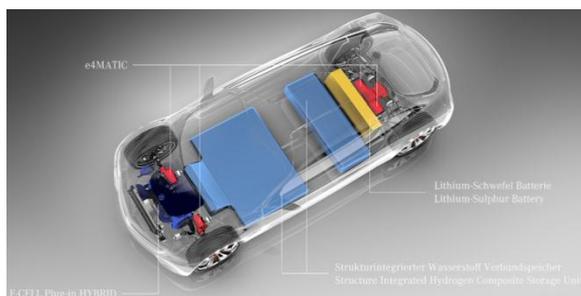
Continuamente se están investigando nuevos materiales, métodos y medios para almacenar H en forma eficiente. Muchos son planteamientos teóricos, otros están en la fase de investigación y pruebas, etc. Uno de los que presenta más potencial es el Metal Organic Framework. El MOF está formado por compuestos cristalinos que consisten en iones metálicos o grupos de moléculas orgánicas, organizadas de manera tal que pueden formar estructuras de 1, 2 o 3 dimensiones, generalmente porosas. Esto permite que pueda ser usado para almacenar al H. Concretamente, un grupo de investigadores de la Universidad de Maryland y el Instituto de Tecnología de California han demostrado que el compuesto MOF-74 puede absorber más H que cualquier otro material sin presión, pero bajo una temperatura de -196°C.²⁰⁹ Gracias a estas características especiales del MOF, la forma de los tanques de combustible puede adaptarse a las necesidades de los vehículos, en muchos casos formando parte de la estructura de la carrocería. Esto se puede ver reflejado en el Concept F125 de Mercedes Benz.

²⁰⁶ GREEN CAR CONGRESS. Sigma-Aldrich and Ilika Technologies collaborate to scale-up and commercialize boron hydride hydrogen-storage materials, <<http://www.greencarcongress.com/2011/06/sigma-20110607.html#more>>, publicado 07-06-2011, (citado 26-09-2011)

²⁰⁷ SCIENCEDAILY. *Pellets Of Power Designed To Deliver Hydrogen For Tomorrow's Vehicles*, <<http://www.sciencedaily.com/releases/2007/08/070821112346.htm>>, publicado 21-08-2007, (citado 27-10-2011)

²⁰⁸ ASOCIACIÓN ARGENTINA DEL HIDRÓGENO. *Almacenamiento de Hidrógeno*, <<http://www.aah2.org.ar/almacenamiento.htm>>, 2005, (citado 29-09-2011)

²⁰⁹ GREEN CAR CONGRESS. High Density of Hydrogen Storage in MOFs Could Enable Practical Mobile Hydrogen Storage, <<http://www.greencarcongress.com/2008/04/high-density-of.html>>, publicado 02-04-2008, (citado 26-09-2011)



Componentes y exterior del Mercedes Benz F125 Concept presentado en el salón de Frankfurt 2011²¹⁰

Otros de los materiales-métodos que se están investigando y que aún están en una etapa de investigación se detallan en el siguiente cuadro:

Material/Método	Descripción
Carbón activado	<ul style="list-style-type: none"> - Incorpora un catalizador de platino que permite que los átomos de H puedan unirse a las partículas de carbón de la superficie y que luego se libera cuando fuese necesario. - Permite almacenar H a presión y temperatura ambiente. - La cantidad de H absorbida todavía no es muy grande.²¹¹
Nanocristales de Mg	<ul style="list-style-type: none"> - Alta capacidad de almacenamiento (hasta 6% en peso de Mg) y rápida liberación de H (30' a 200°C). - No utiliza costosos catalizadores metálicos.²¹²
Plumas de pollo	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando las fibras de pluma de pollo se calientan a temperaturas elevadas, se forman nanotubos de carbono con paredes porosas que permiten el almacenamiento de H. - Sería un medio barato para almacenar H en comparación de los pesados tanques de hidruros metálicos y los caros tanques de nanotubos de carbono.²¹³
Carbino	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material exótico que sinterizado y estabilizado a temperatura ambiente tiene la capacidad de almacenar H.²¹⁴
Grafeno	<ul style="list-style-type: none"> - Hojas de grafeno oxidado permiten el almacenamiento de moléculas de H. - Sería una forma barata de almacenar y liberar H a temperatura ambiente.²¹⁵

²¹⁰ GREEN CAR CONGRESS. Mercedes Benz F125!: fuel cell plug-in hybrid with Li-sulfur battery and structure integrated storage with MOFs, <<http://www.greencarcongress.com/2011/09/mercedes-benz-f125-fuel-cell-plug-in-hybrid-with-li-sulfur-battery-and-structure-integrated-hydrogen-storage-with-mofs.html#more>>, publicado 13-09-2011, (citado 27-09-2011)

²¹¹ GREEN CAR CONGRESS. Researchers provide evidence for spillover effect in activated carbon systems for hydrogen storage, <<http://www.greencarcongress.com/2011/09/spillover-20110922.html#more>>, publicado 22-09-2011, (citado 27-09-2011)

²¹² GREEN CAR CONGRESS. New nanocomposite for high-capacity hydrogen storage with rapid kinetics, <<http://www.greencarcongress.com/2011/03/urban-20110314.html#more>>, publicado 14-03-2011, (citado 28-09-2011)

²¹³ PARSONS, Sarah. Chicken Feathers May Fuel Hydrogen Cars in the Future, <<http://inhabitat.com/chicken-feathers-may-fuel-hydrogen-cars-in-the-future/>>, publicado 26-06-2009, (citado 28-09-2011)

²¹⁴ ADMIN. Rice university Says Hydrogen Grapes Hold Storage Potential, <<http://www.hydrogencarsnow.com/blog2/index.php/hydrogen-fuel-storage/rice-university-says-hydrogen-grapes-hold-storage-potential/>>, postado 14-05-2011, (citado 28-09-2011)

Nanotubos de carbono	<ul style="list-style-type: none"> - Se descubrió que se podían acumular grandes cantidad de H en nanotubos de carbono. - A bajas temperaturas (-193°C) y relativamente a altas presiones, la absorción es más eficiente, llegando al 8% en peso sobre el absorbente. - Este método tiene un gran potencial pero aún es demasiado caro para aplicaciones comerciales.²¹⁶ - En un tubo de nano fibras de grafito 400mm x 100mm con 1kg de H se puede avanzar 40 km.
-----------------------------	---

Formas que se están investigando para el almacenamiento de hidrógeno.

6.6 Motores a hidrógeno

Existen dos tipos de motores que funcionan con H:

- Los motores eléctricos, que reciben la energía directamente de la pila.
- Los motores de combustión de hidrógeno

A diferencia de los motores eléctricos que reciben la electricidad directamente de las celdas de combustible, los motores de combustión de hidrógeno (Hydrogen fueled internal combustion engines, H₂ICEs), similares a los convencionales, logran la fuerza motriz gracias a la ignición del H dentro de la cámara de combustión. Estos motores a su vez dentro se pueden dividir en dos clases:

- Motores de cuatro tiempos
- Motores Wankel

6.6.1 Motores de cuatro tiempos

Generalmente son motores denominados bimodos o duales, porque están adaptados para funcionar indistintamente tanto con H como con gasolina convencional.

El diseño de estos motores es básicamente el mismo que el de un motor convencional, sin embargo requieren de un adecuado diseño para aprovechar las características especiales que presenta el H: alta velocidad de llama en flujo laminar y alto número de octanos. El alto número de octanos permite elevar la relación de compresión que redundará en un aumento del rendimiento energético, mientras que la alta velocidad de llama en flujo laminar contribuye a la reducción de las emisiones de NO_x.

El uso del H en estos motores le extiende la vida, le aumenta el rendimiento y le reduce el mantenimiento, ya que no se acumula carbón en la cámara de combustión ni en las bujías. Sin embargo producen algunas emisiones contaminantes (debido a la quema de la película de aceite de las paredes de los cilindros). Según estudios, estos motores son menos eficientes que los motores eléctricos alimentados por pilas o baterías, no obstante son medios para la transición de vehículos con cero emisiones.²¹⁷ Ejemplos de vehículos que utiliza este tipo de motor bimodo es el Bmw Hydrogen 7 que se puede apreciar en las imágenes de abajo.

²¹⁵ ADMIN. *Graphene May Hold the Key to Hydrogen Fuel Storage*, <<http://www.hydrogencarsnow.com/blog2/index.php/hydrogen-fuel-storage/graphene-may-hold-the-key-to-hydrogen-fuel-storage/>>, postado 24-03-2010, (citado 28-09-2011)

²¹⁶ ASOCIACIÓN ARGENTINA DEL HIDRÓGENO. *Almacenamiento de Hidrógeno*, <<http://www.aah2.org.ar/almacenamiento.htm>>, 2005, (citado 29-09-2011)

²¹⁷ BIOD2. *Celdas de combustible*, <<http://biod2.wordpress.com/celdas-de-combustible-y-similares/>>, creado 15-11-2010, (citado 14-09-2011)



BMW Hydrogen 7 lanzado en el año 2006^{218 219}

6.6.2 Motores Wankel (rotativos)

Son motores que utilizan rotores en vez de pistones. Debido a su diseño, es posible aprovechar la alta temperatura de ignición del H. Además presentan una relación volumen/superficie muy elevada ya que la cámara de combustión presenta una geometría adecuada para la combustión del gas. Sin embargo presentan muchas desventajas tales como los costos de mantenimiento, el consumo, la difícil estanquidad y la sincronización por lo que casi no se utilizan.



Motor Wankel²²⁰



Mazda RX-8 con motor rotativo alimentado con hidrógeno²²¹

6.7 Alimentación de la pila de hidrógeno

La pila o celda de combustible se alimenta con H y oxígeno. Cuando el H se encuentra en estado puro, el sistema lo utiliza directamente, pero cuando se encuentra en estado combinado es necesario utilizar un reformador para extraerlo, ya sea de hidrocarburos, hidruros metálicos y otros compuestos. Según el estado en que se encuentre el H, los vehículos utilizan distintas configuraciones para extraerlo y así generar electricidad para los motores eléctricos de los mismos.

²¹⁸ KM77.COM. *BMW Hydrogen 7*, <<http://www.km77.com/marcas/bmw/2007/serie7/hydrogen7/gra/02.asp>>, publicado 29-09-2006, (citado 14-09-2011)

²¹⁹ KM77.COM. *BMW Hydrogen 7*, <<http://www.km77.com/marcas/bmw/2007/serie7/hydrogen7/gra/61.asp>>, publicado 29-09-2006, (citado 14-09-2011)

²²⁰ BIOD2. *Celdas de combustible*, <<http://biod2.wordpress.com/celdas-de-combustible-y-similares/>>, creado 15-11-2010, (citado 23-09-2011)

²²¹ AUTO PLUS. *Mazda prueba su motor rotativo alimentado por hidrógeno*, <<http://www.autoplusdigital.com.ar/nota-5431-1-mazda-prueba-su-motor-rotativo-alimentado-por-hidrogeno>>, 15-10-2008, (citado 23-09-2011)

6.7.1 Hidrógeno a partir de compuestos

Este tipo de vehículos extraen H de ciertos hidrocarburos, como pueden ser el metanol, etanol o gasolina. La utilización de hidrocarburos implica la utilización de un reformador, para separar el H del resto de las moléculas. Generalmente el mismo va alojado dentro del vehículo, tiene una temperatura de funcionamiento muy superior a la del ambiente (200°C en el caso de utilizar metanol), y produce algunos desechos como CO₂, CO y vapor de agua. El CO puede ser eliminado utilizando catalizadores de platino, sin embargo las emisiones de dióxido de carbono junto al vapor de agua son liberadas a la atmósfera.

El metanol es el hidrocarburo más utilizado debido a que tiene la mayor cantidad de H por unidad de masa. Puede obtenerse fácilmente a partir de gas natural (metano), o a través de la descomposición de materia orgánica. Es líquido a temperatura ambiente, fácil de fabricar y de distribuir, aunque es tóxico e irritante a la piel y ojos. El uso de metanol no implica grandes reformas en la estructura de distribución y fabricación de los combustibles actuales, aunque su empleo produce CO₂.²²²

Este tipo de vehículos no son considerados ZEV (Zero Emissions Vehicles), debido a que producen contaminantes, aunque sí se los compara con los vehículos convencionales, sus emisiones son menores (aproximadamente un 50% menos). No obstante es un sistema de transición para lograr vehículos más eficientes y ecológicos. Un ejemplo de este tipo de vehículos que utilizan metanol para obtener H es el Mercedes Benz Nekar 5.



Basado en un modelo Clase A, Nekar 5 cuenta con un motor eléctrico alimentado por una pila de combustible.^{223 224}

Luego de esta información podemos concluir las ventajas y desventajas de este tipo de sistema:

Ventajas	Desventajas
No implica grandes reformas en la estructura de distribución y fabricación del combustible.	La utilización de un reformador agrega peso al vehículo y resta espacio de carga.
Es estado combinado es más seguro y fácil de manipular.	Sigue produciendo emisiones contaminantes (libera CO ₂).

Cuadro de ventajas y desventajas de los vehículos a hidrógeno en estado combinado.

²²² VERRÍSIMO, Juan Carlos. *Pila de combustible*, <<http://www.km77.com/tecnica/alternativas/maspila/t02.asp>>, publicado 06-12-2000, (citado 05-09-2011), texto 2-3

²²³ KM77.COM. *Mercedes Benz Nekar 5*, <<http://www.km77.com/marcas/mercedes/nekar5/gra/lmg0015.jpg>>, publicado 06-12-2000, (citado 13-09-2011)

²²⁴ KM77.COM. *Mercedes Benz Nekar 5*, <<http://www.km77.com/marcas/mercedes/nekar5/gra/lmg0014.jpg>>, publicado 06-12-2000, (citado 13-09-2011)

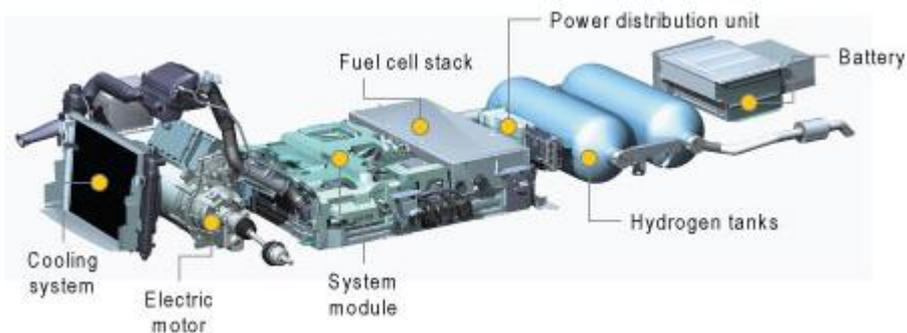
6.7.2 Hidrógeno en estado puro

Este tipo de vehículos utilizan H y oxígeno en estado puro, con lo cual se logra ahorrar espacio y peso al no utilizar un reformador. La única emisión del sistema es vapor de agua. En estos coches el H₂ puede estar almacenado en estado líquido o gaseoso (6.3.5 Almacenamiento del hidrógeno). El funcionamiento del sistema es sencillo y se lo puede describir de la siguiente manera:

Los átomos de H que están almacenados en el tanque son introducidos en la pila de combustible, donde se disocian en electrones y protones. Los electrones son gestionados por un módulo electrónico (Power Drive Unit en el caso del Honda FCX Clarity), el cual conduce la corriente eléctrica al motor eléctrico para que este funcione. El módulo también puede distribuir electricidad al aire acondicionado y a otros sistemas.

Por otro lado, los átomos de H que se encuentran positivamente cargados se encuentran con el oxígeno, se unen y forman agua (H₂O) que saldrá por el tubo de escape.²²⁵

Como los vehículos híbridos, los FCV's (Fuel Cell Vehicles) disponen de un equipo de baterías de ion-litio que hace funciones de ayuda en aceleración, frenado regenerativo y puesta en funcionamiento de la pila.



Componentes generales de un vehículo que utiliza hidrógeno en estado puro.²²⁶

Luego de esta información podemos concluir las ventajas y desventajas de este tipo de sistema:

Ventajas	Desventajas
La única emisión del sistema es vapor de agua.	Grandes inversiones para la producción, distribución y reformado de las estaciones de servicio.
	Transportar hidrógeno en estado puro puede ser peligroso, ya que puede explotar en contacto con el oxígeno.
	Existen pocas cantidades de H en estado puro, por lo cual hay que extraerlo exteriormente de otros compuestos.

Cuadro de ventajas y desventajas de los vehículos a hidrógeno en estado puro.

²²⁵ CALIFORNIA FUEL CELL PARTNERSHIP. *How it works*, <http://www.cafcp.org/sites/files/20081015_Fuel%20Cell%20Booklet.pdf>, Copyright 2011, (citado 12-09-2011), pp.3

²²⁶ CALIFORNIA FUEL CELL PARTNERSHIP. *Technology*, <<http://www.cafcp.org/progress/technology>>, Copyright 2011, (citado 13-09-2011)

6.8 Costos

Un estudio realizado en 2004 por la National Academy of Engineering (Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos), proyectó los costos futuros al mayoreo para la producción y distribución de hidrógeno.

Las plantas que lo producen a partir del gas natural o carbón y que lo almacenan en forma comprimida cobran cerca de US\$2 por kilogramo. (1 kg de H equivale aproximadamente a la energía de 3,78 l. de gasolina, cuyo costo se estableció durante el estudio en US\$1,12). Sumado a esto, se necesitan US\$1,50 para hacer H líquido. Esto hace que el costo actual en una estación hidrogenera sea cerca de US\$3,50 por kilo de H obtenido de la reforma de gas natural y de US\$6,50 por electrolisis.

El estudio predice que en el futuro, los costos deberán caer a 40 centavos de dólar por H comprimido y US\$1,30 por el líquido, por lo cual costará US\$2,30 por kilo de H obtenido a partir de la reforma de gas natural y US\$3,90 por electrolisis.²²⁷

En 2008, la empresa Global Hydrogen Inc. logró desarrollar una tecnología innovadora basada en la electrólisis y producir H a partir de agua por un precio de US\$2,47 por kilogramo (un automóvil consume alrededor de un 1 kg de H cada 100 km.)²²⁸

A pesar de ello, en la actualidad, aún no se ha podido fijar un precio estándar por kg de H, por lo que fluctúa según el país. Por ejemplo en España, en 2011, 1 kg de H cuesta US\$18.87, teniendo un precio muy alto.²²⁹

²²⁷ MOTOR TREND EN ESPAÑOL. *El Hidrógeno, Las Celdas De Combustible, Y La Realidad*, <http://www.motortrendenespanol.com/articulos/consumidor/e12_0408_hidrogeno/index2.html>, Agosto 2004, (citado 26-10-2011), pp.3

²²⁸ MOTOR DE HIDRÓGENO. *El hidrógeno más barato cuesta 2,47\$ por kilogramo*, <<http://www.motordehidrogeno.net/el-hidrogeno-mas-barato-cuesta-2-47-por-kilogramo>>, publicado 27-07-2008, (citado 26-10-2011)

²²⁹ IBÁÑEZ. *Vehículos eléctricos de pila combustible de hidrógeno*, <<http://www.motorpasionfuturo.com/coches-hidrogeno/vehiculos-electricos-de-pila-de-combustible-de-hidrogeno>>, publicado 01-04-2011, (citado 26-10-2011)

6.9 Conclusiones del capítulo

Los vehículos movidos mediante celdas de combustibles se encuentran en una etapa de desarrollo temprana pero en pleno auge, por lo que es cuestión de años para que este combustible llegue ser rentable y masivo.

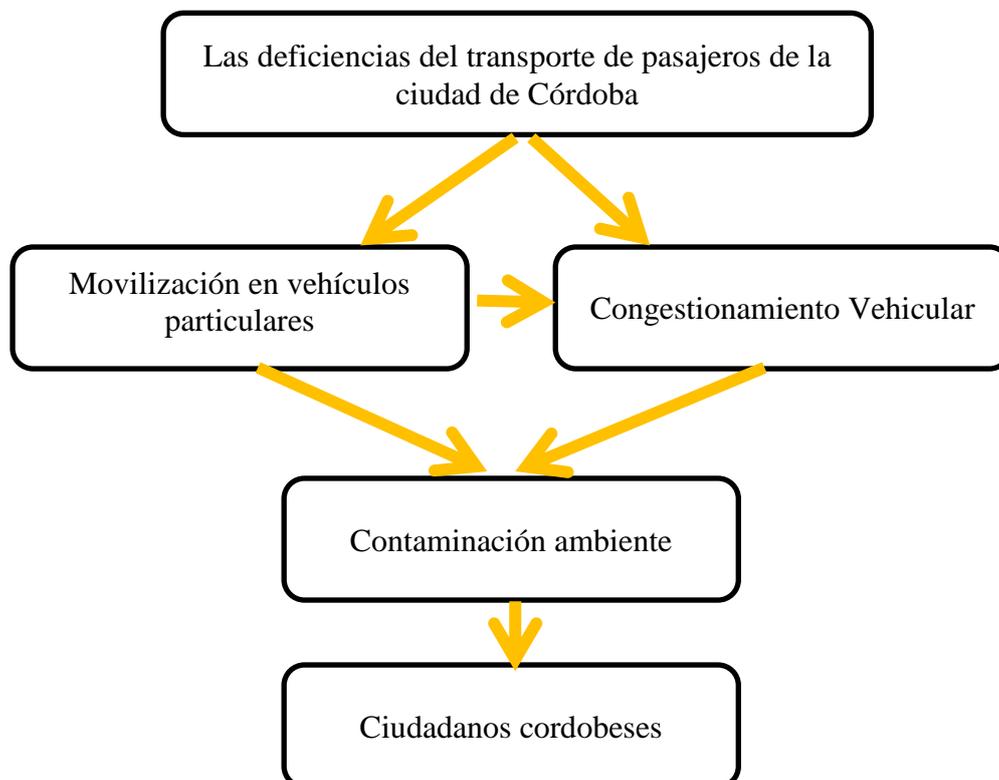
El H tiene gran potencial como fuente de energía, sin embargo actualmente hay un gran problema que frena su masificación, la producción de este gas en forma masiva. Los métodos para obtener H son muchos, generalmente la mayoría requieren de energía eléctrica que provienen de las centrales generadoras. Estas centrales, en tiempos de hoy, se encuentran saturadas debido a que no dan abasto para cubrir las demandas de electricidad, por lo que se necesitaría más centrales generadoras. Al construirse más centrales, se generarían más emisiones contaminantes porque muchas producen la energía a partir de la quema de combustibles fósiles. La manera adecuada de resolver esto, es con la creación de energía a partir de fuentes renovables como la solar, la eólica, la geotérmica, etc. Entonces, paralelamente al desarrollo de las pilas de combustible, hay que optimizar y fomentar la generación de H de manera renovable, con el objetivo de producir H en cantidades masivas, de manera económica y con la mínima energía requerida.

Ventajas	Desventajas
La única emisión del sistema es vapor de agua, en el caso de utilizar H puro.	Necesidad de varios minutos de calentamiento para obtener la suficiente potencia (depende del tipo de celda).
El H es el combustible con mayor relación de energía por unidad de masa, (mayor eficiencia energética).	La mayoría de los catalizadores que se emplean en la reacción química se fabrican con materiales caros y escasos, como el platino.
Mayor autonomía en comparación con los vehículos eléctricos a baterías.	Necesidad de crear una enorme y costosa infraestructura inexistente.
El tiempo de recarga del combustible es similar al de los vehículos convencionales a gasolina.	El proceso de obtención de H (electrólisis) requiere mucha energía eléctrica que principalmente se produce por la quema de carbón o combustibles fósiles.
El H se disipa rápidamente en el aire, lo que reduce la probabilidad de incendio.	El H tiene un punto de ebullición muy bajo y su manejo es delicado.
Cada país, cada región del mundo puede producir H a partir de múltiples métodos, por lo que se elimina la dependencia económica de países productores de petróleo.	Hasta el momento no se puede producir H masivamente, la tecnología esta en una fase experimental.
Las celdas de combustible no generar contaminación acústica.	Es necesario disponer de un conjunto de baterías como fuente de energía auxiliar.
Las pilas de combustible que liberan grandes cantidades de calor pueden ser utilizadas para la cogeneración de energía (electricidad y calor).	Dificultades para almacenar grandes cantidad de H.

Capítulo 7: Planificación Estratégica Proyectual

Sin lugar a dudas los medios de transporte son un elemento central para el progreso de cualquier ciudad y uno de los agentes promotores del crecimiento económico-cultural de los centros urbanos. El transporte de pasajeros, es fundamental para el cumplimiento del derecho social básico que es la movilidad, y además parte necesaria de la vida cotidiana de cualquier ciudadano.

De acuerdo a lo investigado en los capítulos anteriores podemos afirmar que una de las causas del congestionamiento vehicular en las calles de la ciudad de Córdoba es debido a las deficiencias del transporte público colectivo. Como consecuencia de ello, los usuarios optan por movilizarse en vehículos particulares, agravando más la situación del congestionamiento y comprometiendo aún más la situación ambiental de la zona.



Los ciudadanos que no pueden movilizarse en vehículos particulares eligen al transporte de ómnibus como principal medio de traslado. La utilización de un transporte público masivo unimodal, es un factor que limita el desarrollo de las actividades urbanas. Es por ello que la ciudad de Córdoba requiere un nuevo sistema de transporte de pasajeros colectivo concebido de forma integral, para que pueda solventar estas dificultades, acompañado de medidas integrales por parte de varios sectores de la sociedad.

7.1 Planteo de problemáticas

En el servicio	En las unidades
La utilización de un único transporte público masivo unimodal limita el desarrollo de las actividades urbanas.	Todos los medios de transporte de la ciudad (colectivos, taxis, remises y ferrourbano) a excepción de los trolebuses, utilizan motores de combustión interna, por lo cual liberan grandes cantidades de contaminantes atmosféricos que repercuten directamente en la calidad del aire y consecuentemente en la salud de los ciudadanos.
Dependencia energética y económica de los combustibles fósiles.	Falta de información acerca de los horarios y recorridos dentro de las unidades.
El sistema de pago con cospeles demanda mayor tiempo que el pago con la tarjeta sin contacto, además que resulta una tentación de hurto por parte de ladrones, por lo que aumenta las posibilidades de robo en las unidades.	Casi todas las unidades no están preparadas para transportar personas de movilidad reducida (falta de espacios reservados, dimensiones inadecuadas, falta de asientos destinado para PMR, dificultad para el acceso y descenso de las unidades, etc.)
Los choferes, principalmente de los colectivos, deben realizar múltiples tareas cobro del pasaje, informar a los usuarios acerca de las paradas o el recorrido, accionar los cambios del vehículo, están presionados por el cumplimiento de los horarios, etc.	Inadecuado diseño ergonómico de los interiores, tanto de los asientos para los usuarios como del espacio de conducción de los choferes.
Falta de capacitación profesional de algunos choferes que además del manejo realizan acciones imprudentes (hablar por celular, hablar con los amigos-pasajeros, escuchar la radio, etc.)	Altos índices de contaminación sonora, tanto dentro de las unidades, como las percibidas fuera de las mismas.
Fuera de los horarios pico, las unidades prestan su servicio con muy pocos pasajeros, ocasionando pérdidas económicas y energéticas.	Falta de aire acondicionados en el interior de las unidades (a excepción de los diferenciales)
Falta de cumplimiento de horarios y frecuencias establecidas.	Poco mantenimiento y limpieza.
Utilización de un único medio (calles de la ciudad) para la circulación de los transportes.	

7.2 Planteo de oportunidades

En el servicio	En las unidades
Utilización de medios de propulsión alternativos, sistemas híbridos, motores eléctricos, motores bimodos (nafta-hidrógeno), etc.	Agregar más personal dentro de las unidades para realizar otras tareas.
Utilización de energías alternativas, solar, eólica, del hidrógeno, eléctrica, etc.	Instalación de Wi-fi en el interior de las unidades.
Transportes automatizados, sin conductores.	Utilización de materiales reciclables o ecológicos en las unidades.
Utilización de una vía distinta de las calles (elevada o subterránea), que no interfiera con el flujo del tráfico	Transformar el tiempo del viaje en un momento productivo agregando software interactivos.
Utilización de un software para informar acerca de los recorridos u horarios (puede leerse a través de teléfonos celulares, notebooks, laptops, etc.)	
Modificación del diagrama del recorrido actual.	

7.3 Definición del problema

Nuevo sistema de transporte urbano de pasajeros para el microcentro de la ciudad de Córdoba.

7.4 Problemática

El esquema monocéntrico, la consecuente concentración de viajes al centro de la ciudad, la dependencia de un medio de transporte que se desplaza por las calles (el ómnibus), sumado al constante incremento de los vehículos particulares (automóviles y motocicletas) influye directamente sobre la congestión vehicular de la ciudad y el aumento de los agentes contaminantes presentes en la atmósfera.

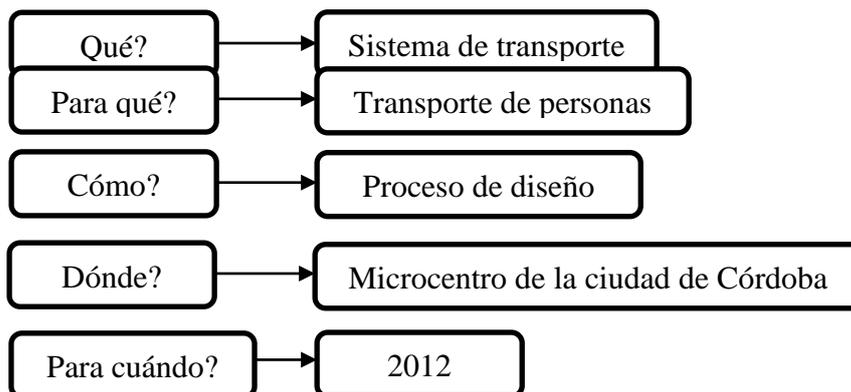
7.5 Propuesta de solución

A partir de lo analizado previamente, y de la experiencia personal en el uso cotidiano de los transportes públicos del municipio cordobés, queda evidenciado las deficiencias de este medio, es por ello, que por medio del diseño industrial podemos intervenir para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de una propuesta de solución.

Con ello se formula la generación de un nuevo sistema de transporte suspendido concebido de forma integral, que permitirá moverse rápidamente sin obstáculos, influyendo de manera directa en el desuso del vehículo particular, y la consecuente reducción de los contaminantes emitidos al ambiente, repercutiendo positivamente sobre el flujo vial y la mejora de la calidad de vida de la ciudad.

Con la generación de un nuevo sistema de transporte, los ciudadanos podrán contar con otro medio para movilizarse de un lugar de una manera más **segura**, ya que contará con su propia vía de circulación; **eficiente**, sin pérdidas de tiempo debido a la automatización del sistema; **accesible**, ya que contará con las medidas necesarias para las personas con movilidad reducida y **ecológica**, ya que fomentará el uso de energías alternativas dejando de lado la dependencia de los combustibles fósiles.

7.6 Propuesta conceptual



7.7 Objetivos generales del proyecto

- Alcanzar la condición de licenciado en Diseño Industrial a través de la experiencia y aprobación del Trabajo Final de Graduación.
- Fomentar el uso del transporte público colectivo, influenciando la disminución del uso de vehículos privados en el microcentro de la ciudad.
- Generar un nuevo medio de transporte como alternativa a los ya existentes, siendo el resultado de una interacción funcional, tecnológica y morfológica del diseño industrial.
- Contribuir a la reducción de los contaminantes ya existentes en ambiente de la ciudad.
- Descomprimir el caos vehicular de las horas pico.

7.8 Objetivos particulares del producto

- Generar la mínima contaminación posible, tanto atmosférica, acústica y visual, utilizando fuentes de energías alternativas y materiales reciclables.
- Mejorar la calidad de la movilidad urbana.

7.9 Definición del usuario

El sistema de transporte esta destinado para el público en general, principalmente para los estudiantes universitarios debido a la practicidad del trazado del recorrido que une el microcentro de la ciudad con Ciudad Universitaria.

En épocas de recesión de clases en donde la densidad poblacional universitaria disminuye, es aprovechable para turistas ya que también pasa cerca de los principales centros turísticos.

Además cuenta con todas las medidas necesarias de accesibilidad para que pueda ser utilizado por las personas con movilidad reducida.



Estudiantes



Turistas



Personas con movilidad reducida

7.10 Código genético del producto

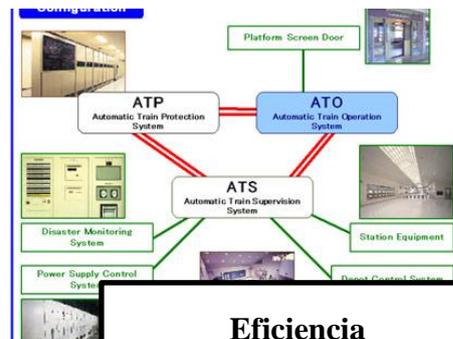
Con el desarrollo de este vehículo se buscará establecer signos semióticos que influyan directamente sobre los ciudadanos, no solamente en los usuarios sino también en las demás personas. En relación directa a su entorno, se pretende connotar una imagen de un vehículo con un **diseño futurístico**, utilizando formas angulosas, líneas rectas y superficies laminares como rasgos morfológicos y tecnologías de vanguardia.

También el sistema de transporte pretenderá comunicar una idea más **seguridad**, ya que contará con su propia vía de circulación; **eficiencia**, sin pérdidas de tiempo debido a la automatización del sistema; **accesibilidad**, ya que contará con las medidas necesarias para las personas con movilidad reducida y **sustentable**, ya que fomentará el uso de energías alternativas dejando de lado la dependencia de los combustibles fósiles.

A partir de estos lineamientos conceptuales se procederá a la concepción del vehículo.



Seguridad



Eficiencia



Sustentable



Accesibilidad

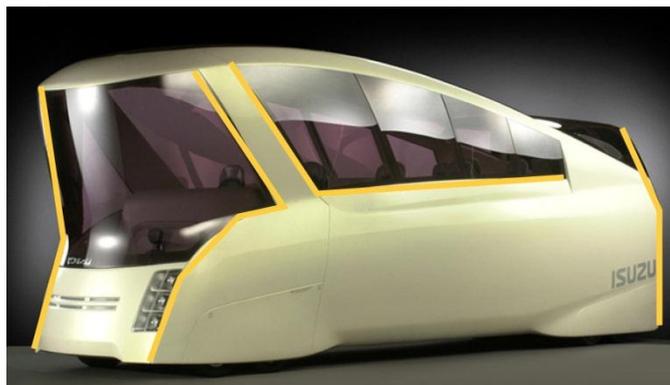
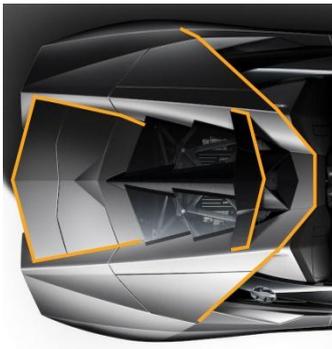
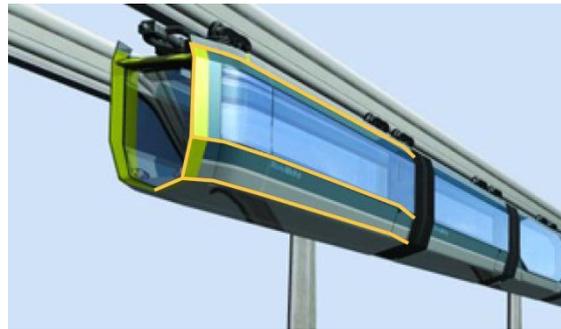
7.11 Programa de diseño

Condicionantes	Requerimientos	Premisas
Funcional	-Transporte colectivo	-Traslado de pasajeros
Morfológico	-Minimalismo -Futurístico	-Elementos básicos -Mecanismos sencillos -Formas angulosas y líneas rectas -Superficies laminares
Sustentable	-Materiales reciclables -Energías alternativas	-Aluminio -Biopolímeros -Hidrógeno -Eléctrica
Energético	-Electricidad	-Hidrógeno -Motores eléctricos
Seguridad	-Vía propia -Sistemas adicionales	-Vía elevada -Sistema Automatic Train Protection
Ergonómico	-Percentil 5 y 95 hombre y mujer para abarcar a toda la población	-Altura poplítea: P5-Hombre -Dist.nalga poplítea: P5-Mujer -Ancho cadera: P95-Mujer -Altura codo reposo:P50-Hombre
Accesibilidad	-Diseño ergonómico para PCMr	-Espacio reservado para sillas de ruedas. -Puertas de ingreso y de emergencia de ancho adecuado. -Altura de pasamanos
Automatización	-Sin conductor -Detención en todas las paradas -Sistema de pago	-Sistema Automatic Train Operation -Apertura automática de las puertas de acceso. -Pago del pasaje en la parada por medio de tarjeta magnética

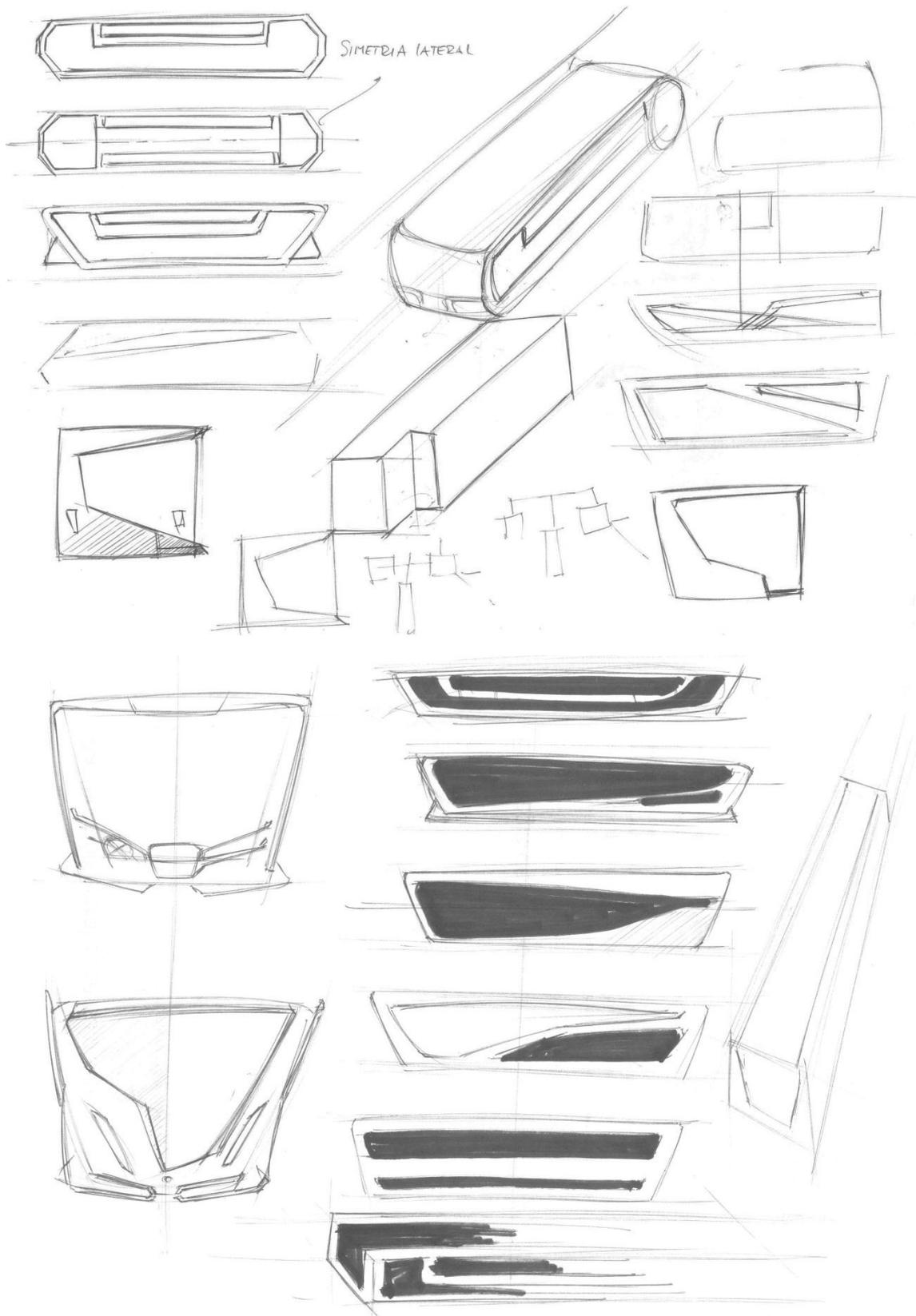
Capítulo 8: Generación del concepto

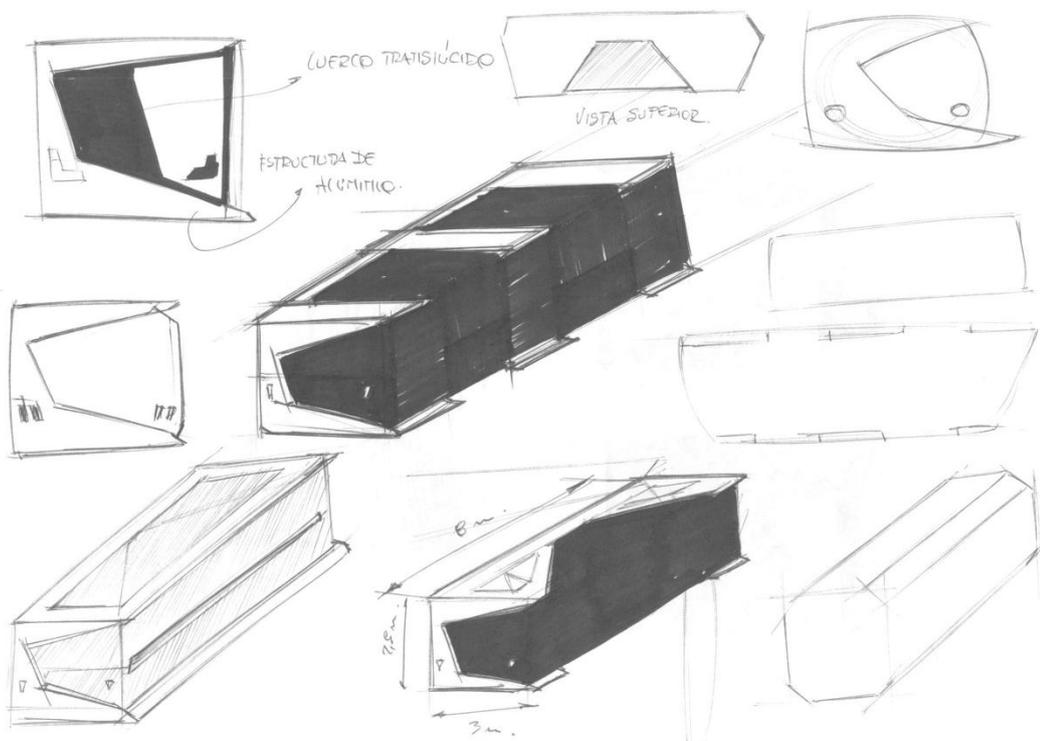
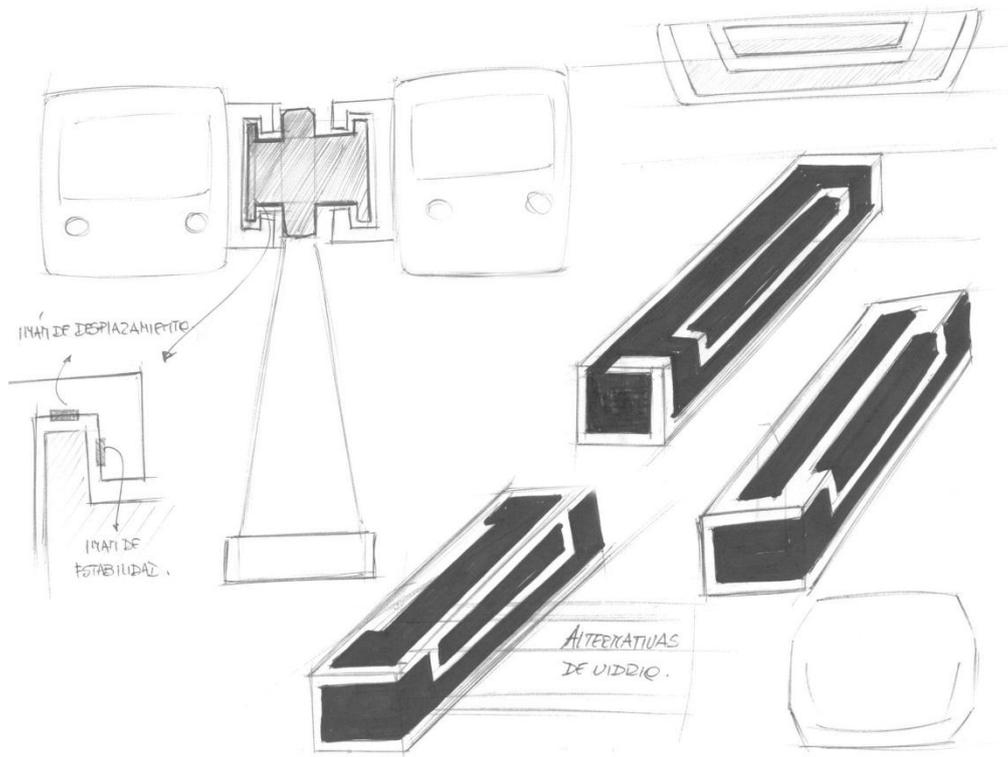
8.1 Imágenes de inspiración

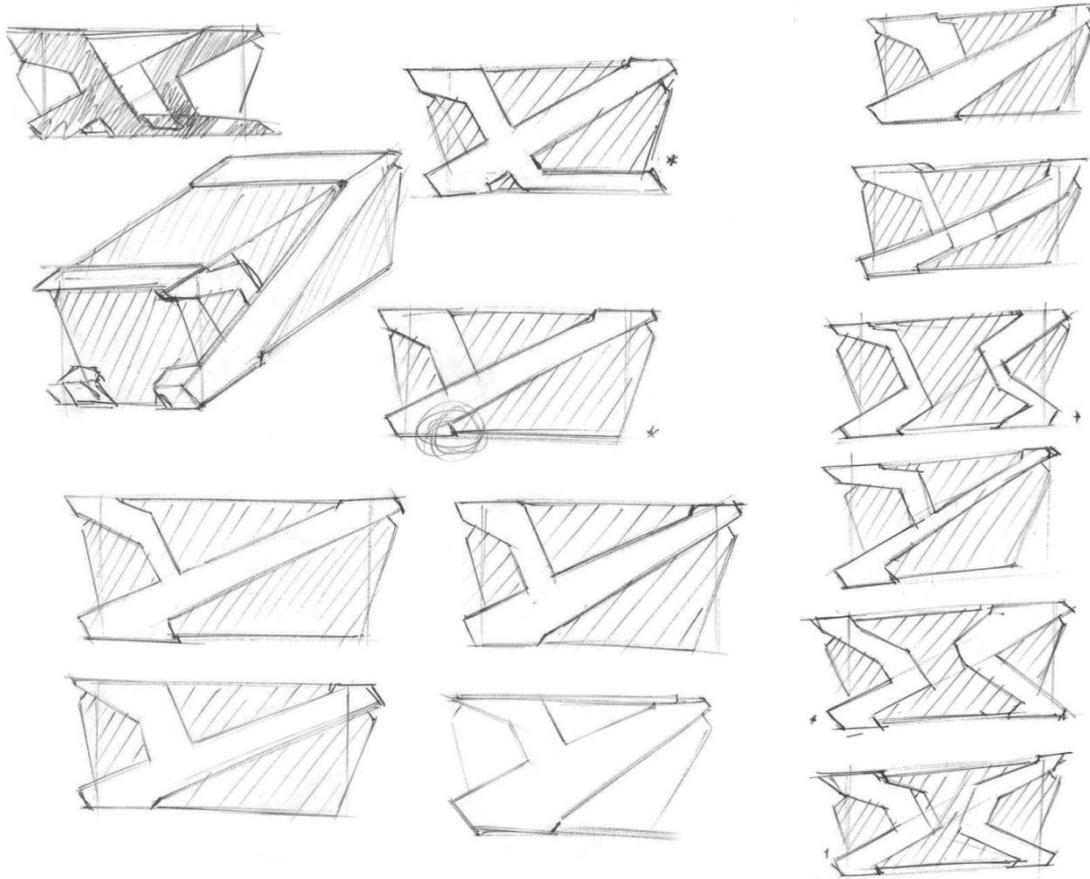
Teniendo presente los conceptos planteados en el punto 7.11 *Código genético del producto*, se seleccionaron las siguientes imágenes como fuente de inspiración para el trazado de las primeras líneas del vehículo.



8.2 Primeras ideas preliminares

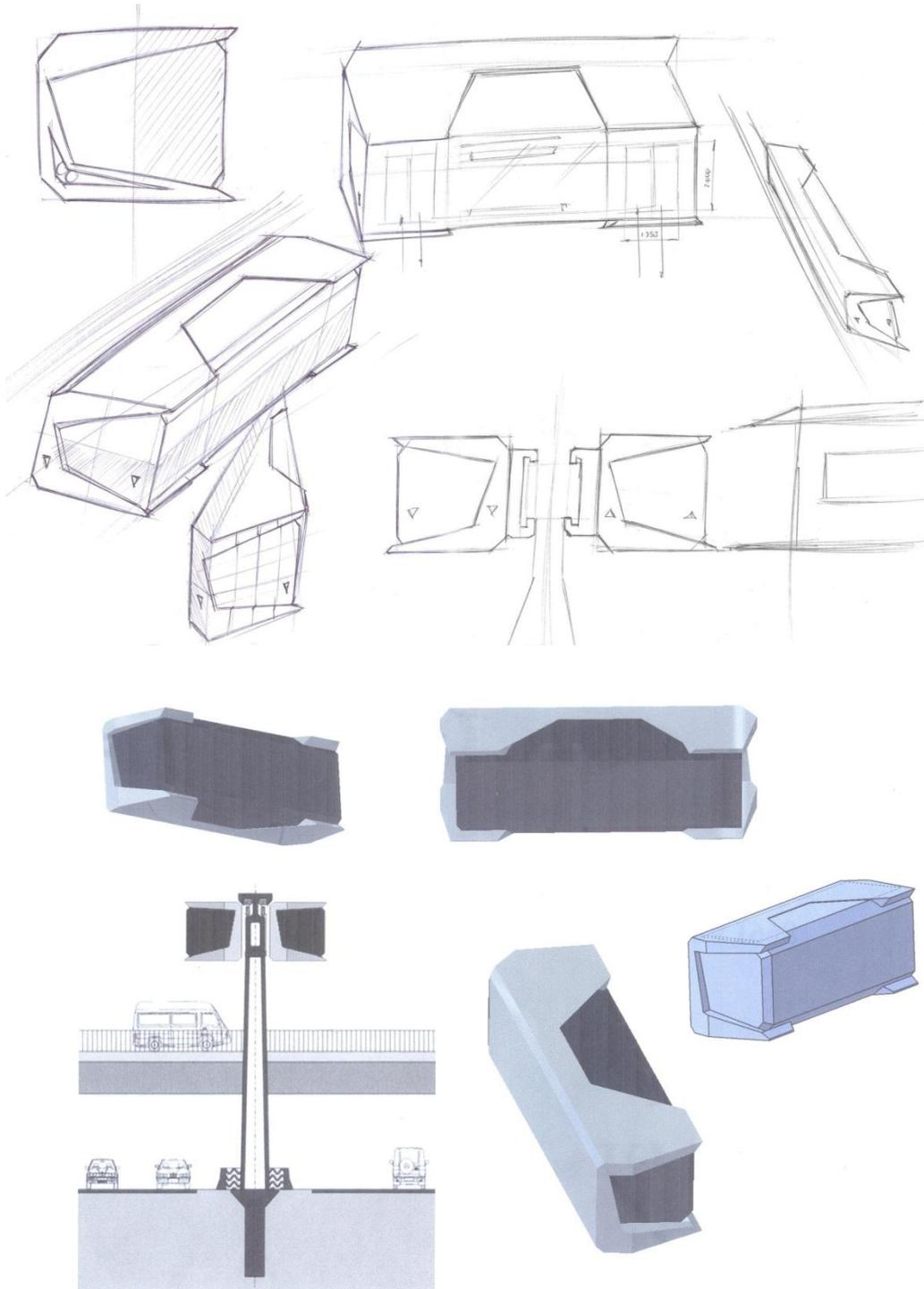




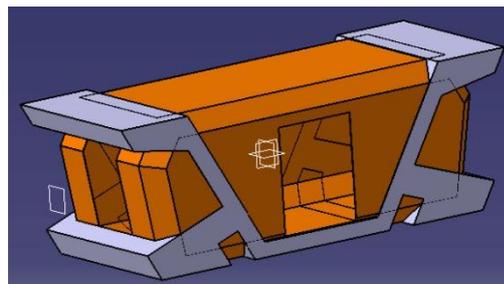
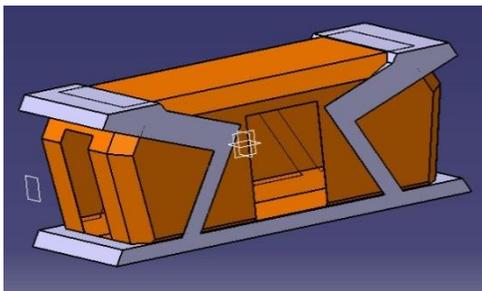
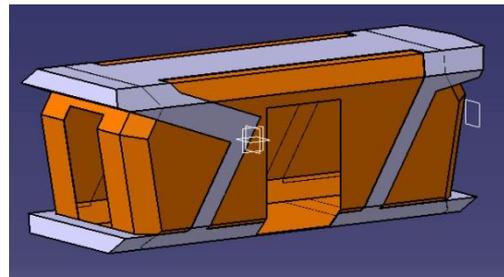
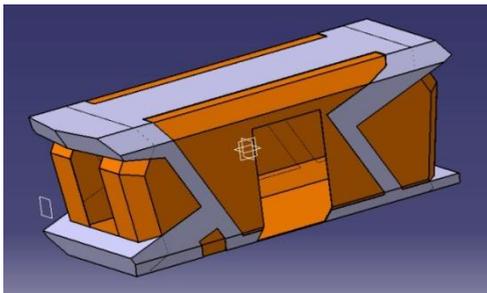
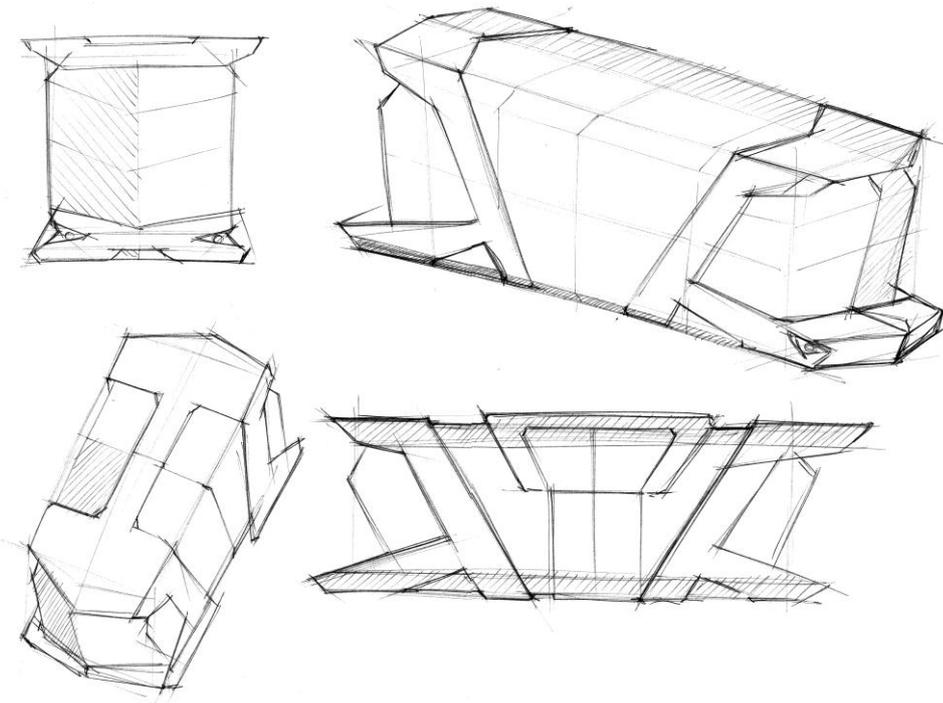


8.3 Desarrollo de alternativas

- 1^{er} alternativa: se destaca una amplia superficie vidriada, con una morfología de líneas rectas y formas angulosas. Se busca una asimetría longitudinal en el vehículo.
- Un anclaje lateral sujeta el monorraíl a la columna principal, permitiendo dos vías de circulación.
 - Columnas de disposición central hacen de soporte en todo el trazado.
 - El acceso al vehículo sólo es posible por un lateral.
 - El sistema esta formado por 3 vagones como máximo.



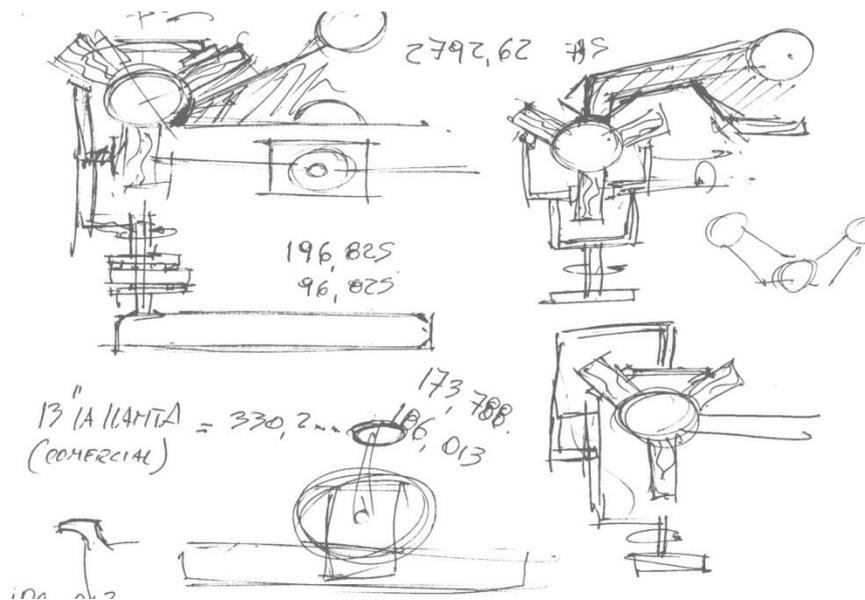
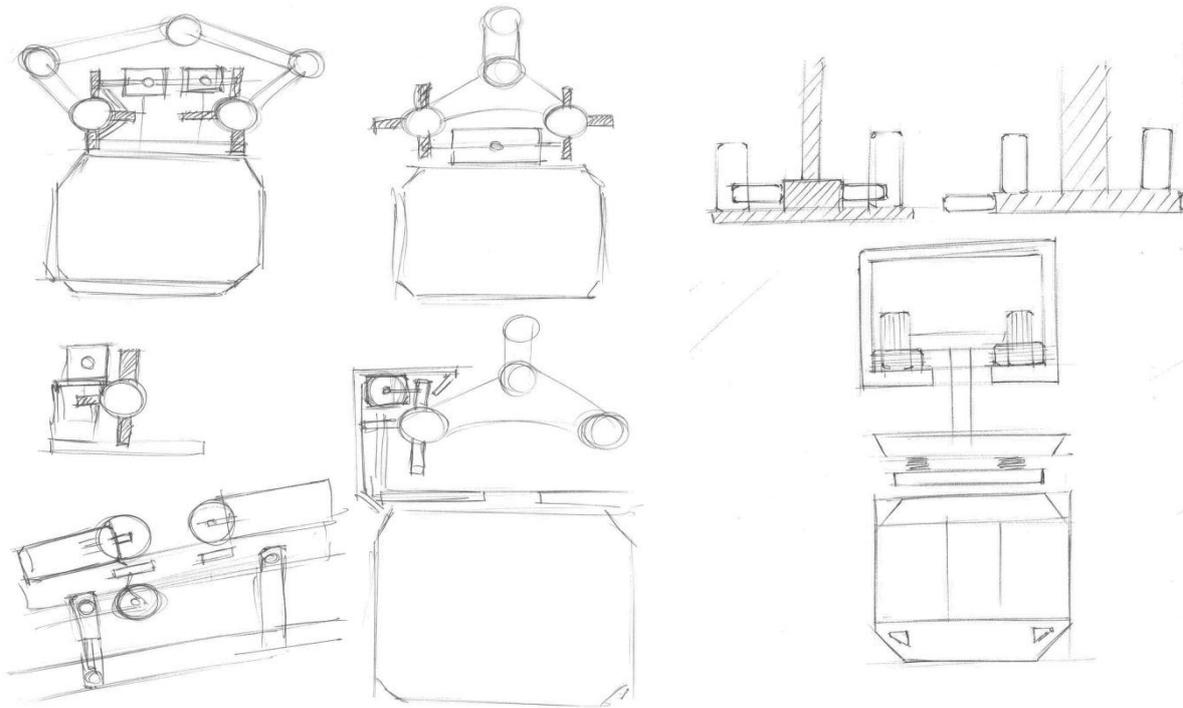
- 2^{da} alternativa: se mantiene la línea de diseño de líneas rectas y formas angulosas pero en este caso se emplea la simetría.
 - El concepto de una amplia superficie vidriada también se mantiene.
 - La configuración del sistema pasa a ser del tipo suspendido, lo que permite el acceso de los pasajeros al vehículo por ambos laterales.
 - Las columnas de soporte del sistema se ubican a un lateral de la trazada.
 - El circuito del trayecto pasa a ser de una sólo carril, cerrado y de un único sentido.
 - Se descarta la posibilidad de enlazar vagones debido al peso que ejercerían sobre la vía, un único vehículo circula.



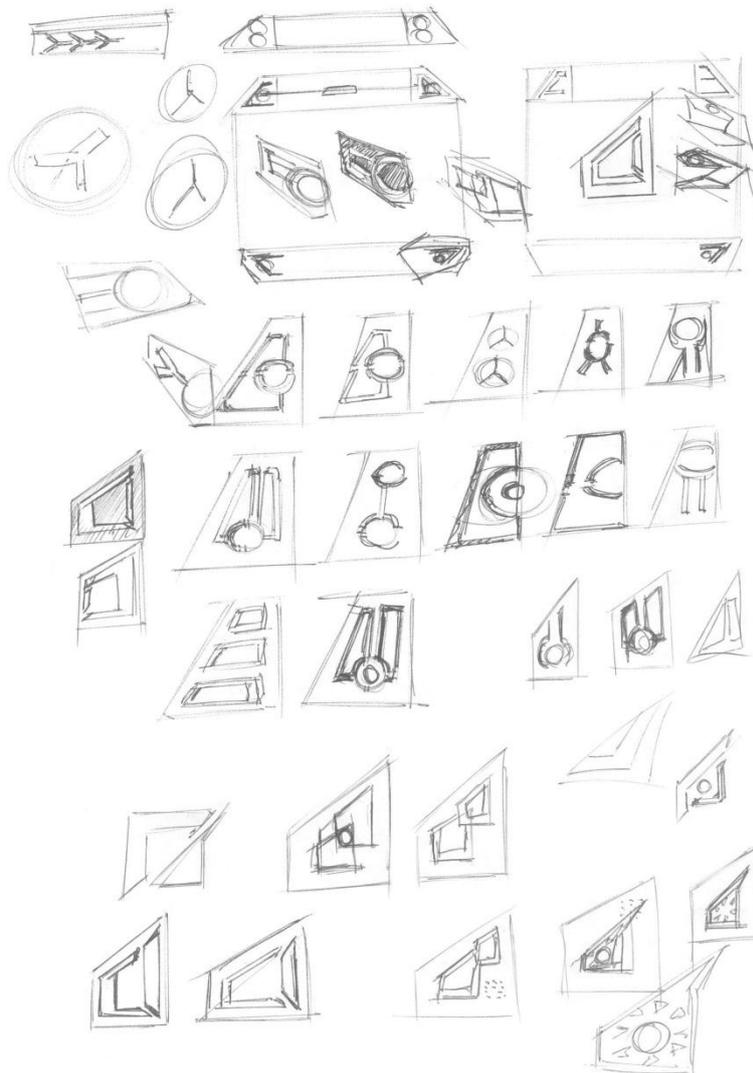
8.4 Elección de alternativa y desarrollo de detalles

La 2^{da} alternativa es la elegida para ser desarrollada, debido principalmente a su sistema de suspensión que facilita el ingreso de los pasajeros por ambos lados y a la disposición de las columnas soporte que ocupan menos espacio físico.

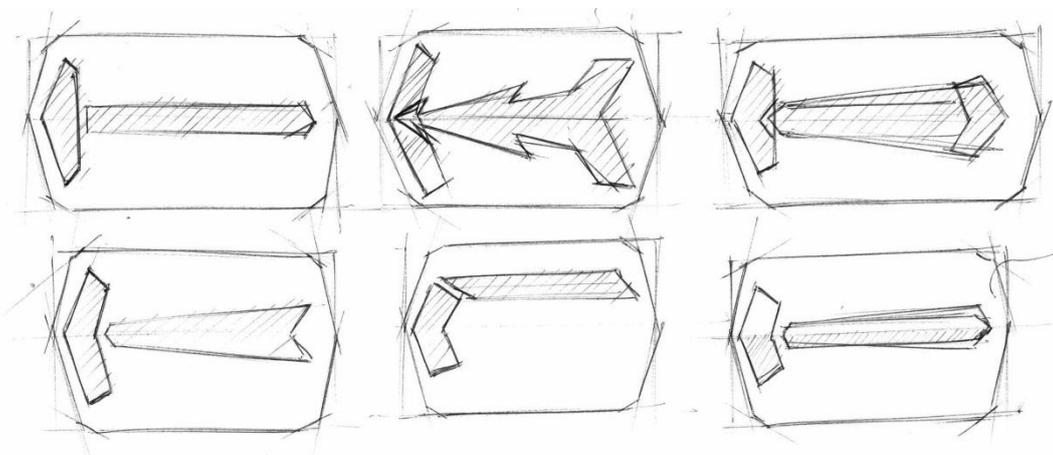
Se procede a continuación al desarrollo de las diferentes partes que conforman el vehículo, el sistema de suspensión, la disposición del interior, los asientos, las luces, etc.



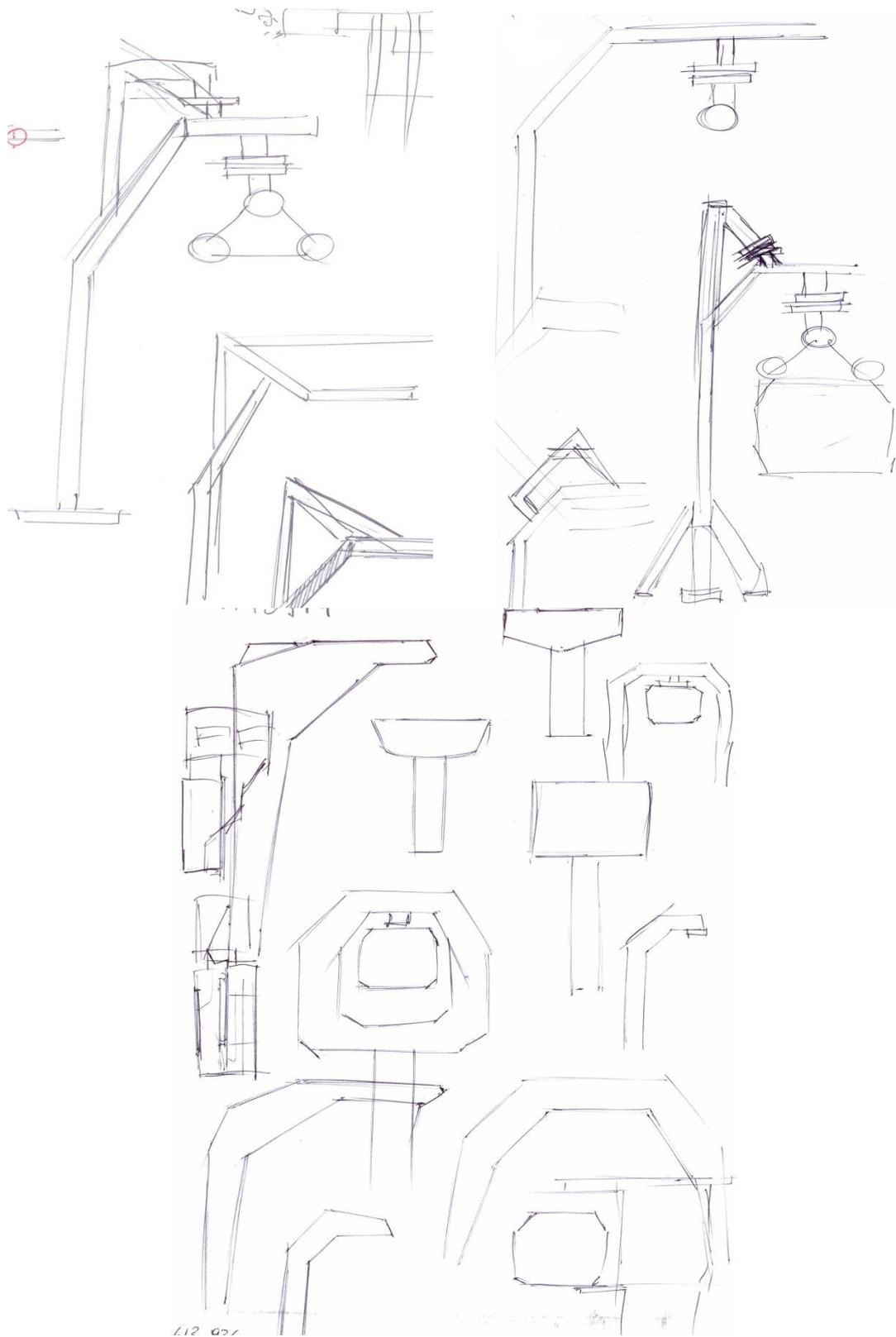
Desarrollos del sistema de sujeción



Bocetos de ideas para las luces



Alternativas de gráfica del suelo exterior del vehículo



Diseño de columnas

8.5 Detalles del vehículo

8.5.1 Carrocería

El monorriel Sky Motion está compuesto por una estructura tubular (ref.2) de aluminio de perfil cuadrado, recubierta tanto el interior como el exterior con chapas de aluminio (ref.1-3).

La estructura posee distintas perforaciones en las cuales van alojadas tuercas remachables. Estas tuercas servirán como medio de unión para partes removibles como lo son la tapa inferior, la tapa superior, la estructura de los asientos, las bases fijas de los pasamanos, entre otras.

Los recubrimientos de chapa de aluminio se unen a la estructura principal por medio de remaches ultragrip.



Tuercas remaches RIVKLE

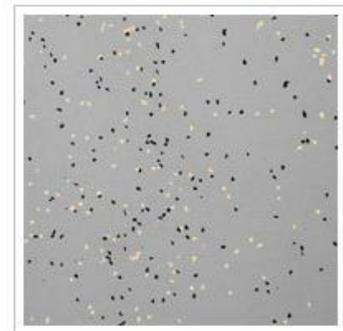


Remache Ultra-Grip

- Los Remaches **POP®** UltraGrip se han diseñado específicamente para proveerle las máximas resistencias a las fuerzas de tensión y corte.
- Los Remaches **POP®** UltraGrip vienen en diferentes longitudes con diámetros estándar de 3/16" (4.7 mm) y 1/4" (6.3 mm).
- Hay a su disposición remaches UltraGrip en acero, aluminio y acero inoxidable; en cabeza de: 1) de domo, 2) de ala ancha o 3) avellanada.

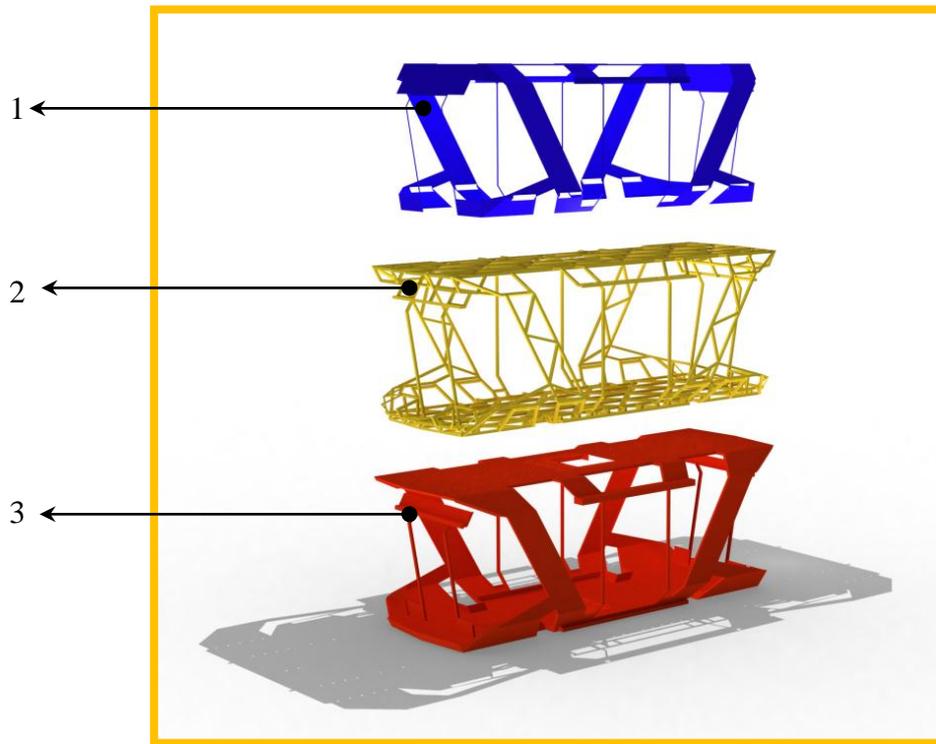
Remaches Ultragrip Emhart

El piso interior del vehículo está recubierto con material antideslizante Durafloor de la empresa Zenith.



Light Grey

Color del material antideslizante



Conjunto carrocería

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
1	1	- Recubrimiento interior	- Chapa de aluminio 2 mm de espesor - Aleación: 1050	- Remaches
2	1	- Estructura	- Caño de aluminio perfil cuadrado - Dimensiones: 40 x 40 x 2 mm - Aleación: 6063	- Soldadura en aluminio
3	1	- Recubrimiento exterior	- Chapa de aluminio 1.000 x 2.000 x 2 mm de espesor - Aleación: 1050	- Remaches

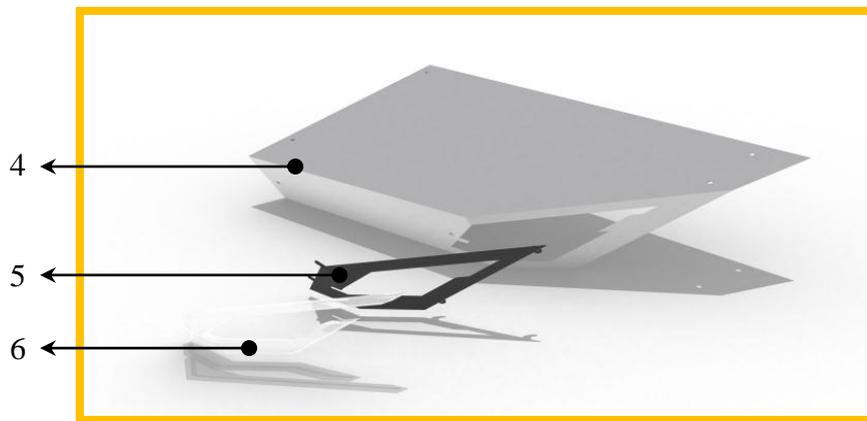
Lista de componentes de la carrocería

8.5.2 Tapa inferior

La tapa inferior forma parte de la carrocería. Las mismas se adhieren a la estructura del vehículo por medio de bulones que enroscan en las tuercas remachables.

El conjunto tapa inferior esta formado por la tapa en si (ref.4), hecha en aluminio; y la luz. La última está compuesta por una base en polietileno (ref.5) y una carcasa en policarbonato (ref.6)

La iluminación se logra por medio de la tecnología de iluminación led Hella



Conjunto tapa inferior

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
4	4	- Tapa inferior	- Chapa de aluminio 2 mm de espesor - Aleación: 1050 - Temple: H14	- Tuercas remachables RIVKLE - Bulones Alem
5	4	- Base luz	- Polietileno	- Bulones Alem
6	4	- Acrílico luz	- Policarbonato	- Encastre

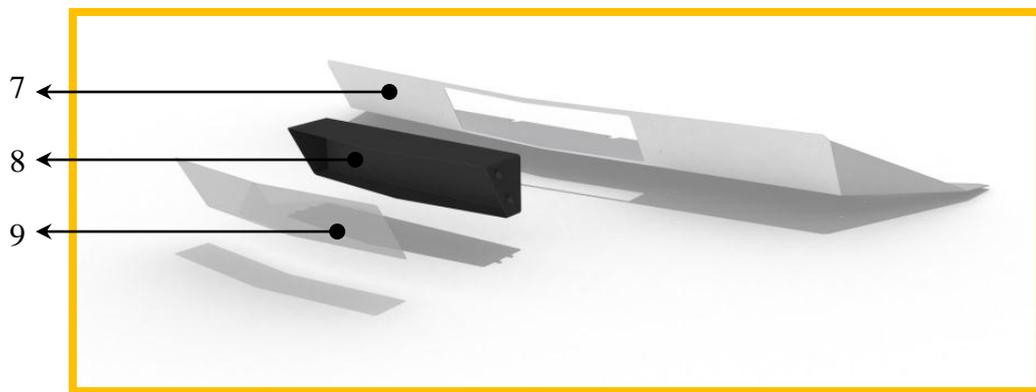
Lista de componentes de la tapa inferior

8.5.3 Tapa superior

La tapa superior también forma parte de la carrocería y las mismas se adhieren a la estructura del vehículo por medio de bulones que se enroscan en las tuercas remachables.

El conjunto tapa superior esta formado por la tapa en si (ref.7), hecha de aluminio; y el cartel de anuncios, el cual está compuesto por una carcasa en polietileno (ref.8) y un visor en policarbonato (ref.9)

El cartel de anuncios funciona con la tecnología de leds.



Conjunto tapa superior

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
7	2	- Tapa superior	- Chapa de aluminio 2 mm de espesor - Aleación: 1050	- Tuercas remachables RIVKLE - Bulones Alem
8	2	- Carcasa anuncio	- Polietileno	- Bulones Alem
9	2	- Acrílico anuncio	- Policarbonato	- Encastre

Lista de componentes de la tapa superior

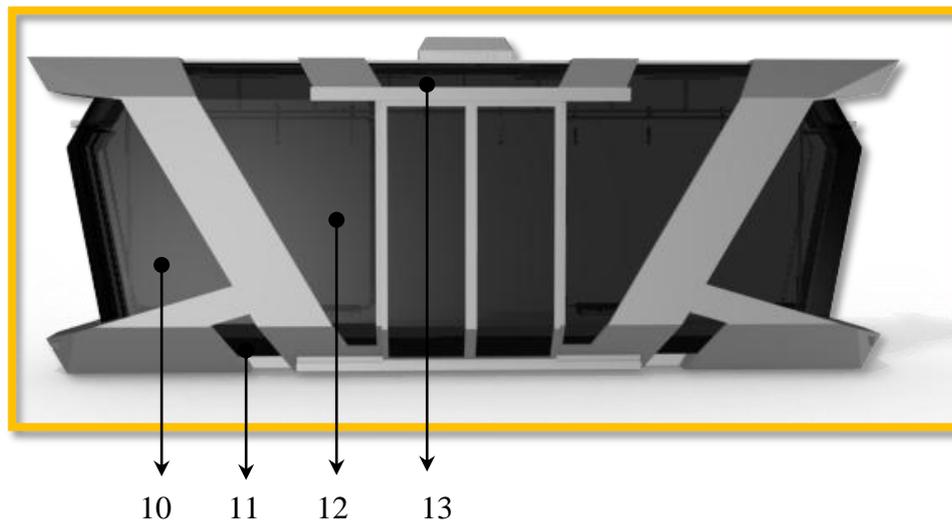
8.5.4 Cabina

La cabina esta formada por distintas partes, las cuales se pueden ver en la imagen y en las lista de componentes debajo.

La tecnología empleada en los diferentes acrílicos es la misma de las Lentes Transitions.



La tecnología fotosensible de las lentes, hace que cambien de tonalidad según la intensidad lumínica.



Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
10	1	- Acrílico frontal	- Resinas duras	- Pegamento a base de siliconas
11	2	- Acrílico inferior	- Resinas duras	- Pegamento a base de siliconas
12	1	- Acrílico lateral	- Resinas duras	- Pegamento a base de siliconas
13	1	- Acrílico superior	- Resinas duras	- Pegamento a base de siliconas

Lista de componentes de la cabina

8.5.5 Puerta Frontal

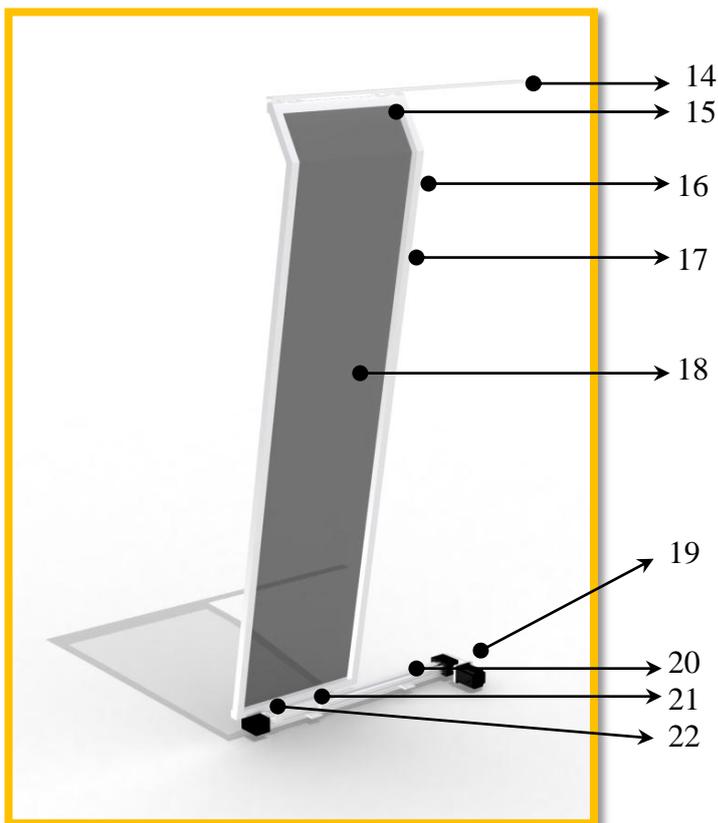
La apertura de las puertas es del tipo corredera y accionamiento automático, equipadas con motores paso a paso (ref.19). El desplazamiento se logra por medio de módulos lineales con correa y sistemas lineales de desplazamiento de la marca IGUS.



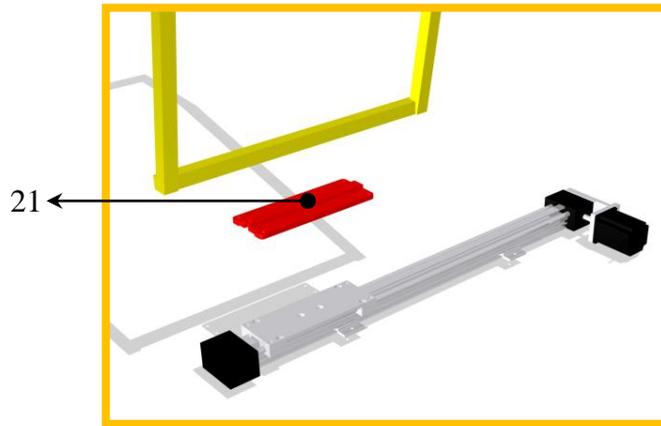
Ejemplo de módulos lineales con correa de Igus

Las puertas frontales y posteriores, también llamadas puertas de emergencia, están constituidas por una estructura interna de caño de aluminio (ref.17), recubiertas por chapas de aluminio (ref.16) con su acrílico correspondiente (ref.18)

Los acrílicos disponen de la tecnología de las lentes Transitions, al igual que los acrílicos de la cabina.



Conjunto puerta frontal



Los módulos de desplazamiento se combinan con las puertas por medio de acoples de aluminio (ref.21)

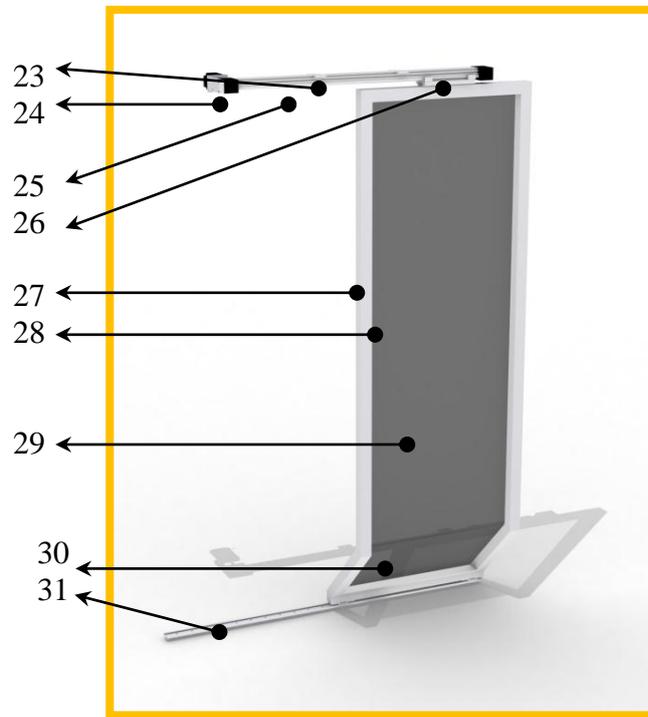
Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
14	1	- Riel superior Igus DryLin NK-02-27-2 (carrera 450)		- Bulones Alem
15	2	- Acople riel superior puerta frontal	- Aluminio	- Bulones Alem
16	1	- Recubrimiento puerta frontal	- Chapa de aluminio 2 mm de espesor - Aleación: 1050	- Soldadura en aluminio
17	1	- Estructura puerta frontal	- Caño de aluminio perfil cuadrado 20x20x2	- Soldadura en aluminio
18	1	- Acrílico puerta frontal	- Resinas duras	- Pegamento a base de siliconas
19	1	- Motor DryLin E NEMA 23XL		
20	1	- Elementos de fijación DryLin ZLW		- Bulones Alem
21	2	- Acople riel inferior puerta frontal	- Aluminio	- Bulones Alem
22	4	- Riel inferior Igus DryLin ZLW-1040-02-S-200-L, (carrera 490)		- Elementos de fijación DryLin ZLW

Lista de componentes de la puerta frontal

8.5.6 Puerta Lateral

Al igual que las puertas de emergencia, la apertura de las puertas laterales es del tipo corredera y de accionamiento automático.

Contiene las mismas partes pero con cambios dimensionales y los mismos materiales que las puertas laterales.



Conjunto puerta lateral

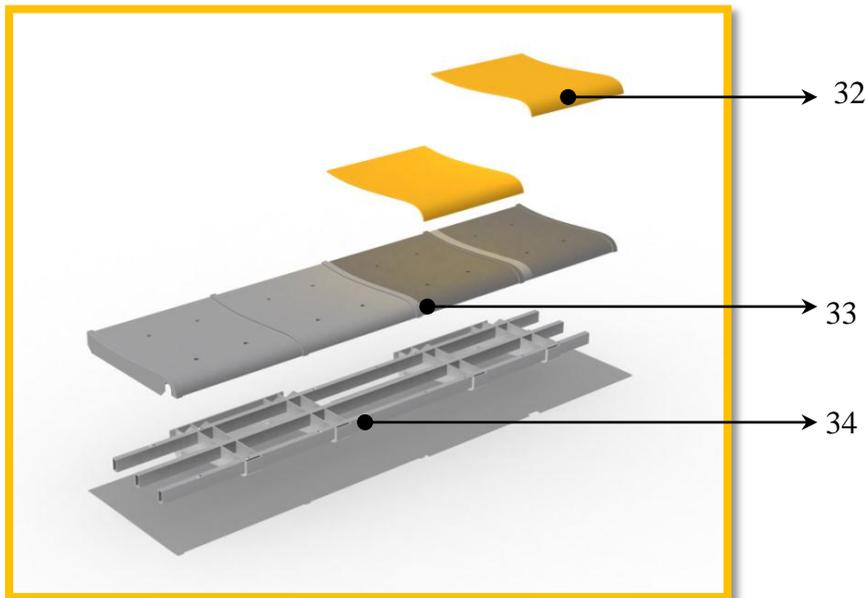
Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
23	1	- Elementos de fijación DryLin ZLW		- Bulones Alem
24	4	- Motor DryLin E NEMA 23XL		
25	1	- Riel superior Igus DryLin ZLW-1040-02-S-200-L, (carrera 715)		- Elementos de fijación DryLin ZLW
26	1	- Acople riel superior puerta lateral	- Aluminio	- Bulones Alem
27	1	- Recubrimiento puerta lateral	- Chapa de aluminio de 2 mm	
28	1	- Estructura puerta frontal	- Caño de aluminio perfil cuadrado 40x40x2 mm	- Soldadura en aluminio
29	1	- Acrílico puerta lateral	- Resinas duras	- Pegamento a base de siliconas
30	2	- Acople riel inferior puerta lateral	- Aluminio	- Bulones Alem
31	1	- Riel inferior Igus DryLin NK-02-27-2 (carrera 450)		- Bulones Alem

Lista de componentes de la puerta lateral

8.5.7 Asientos

El subconjunto que forma los asientos, está compuesto por una estructura metálica (ref.32) en caño, el cual se adosa a la estructura central del vehículo por medio de bulones que se enroscan en las tuercas remachables.

Además se compone de una base principal (ref.33) de polietileno, fijada a la estructura por medio de bulones y asientos (ref.34) también realizados en el mismo material.



Conjunto asientos

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
32	4	- Asiento	- Polietileno	- Bulones Alem
33	1	- Base asiento	- Polietileno	- Bulones Alem
34	1	- Estructura base asiento	- Acero SAE 1010	- Bulones Alem

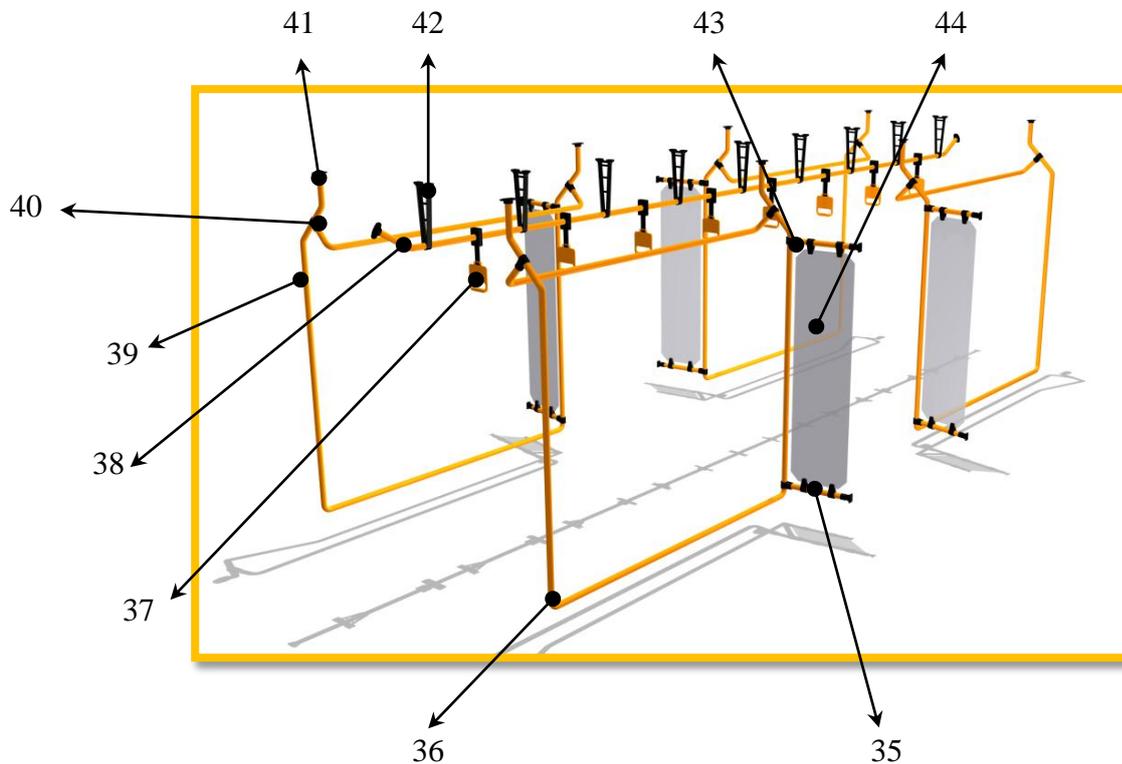
Lista de componentes del conjunto asientos

8.5.8 Pasamanos

Todos los componentes que conforman el subconjunto pasamanos son comerciales de la empresa RM Accesorios, excepto por los paneles separadores y los caños que son a medida. Los sistemas de anclaje utilizados son los especificados por la empresa.



Soportes comerciales de la empresa RM Accesorios

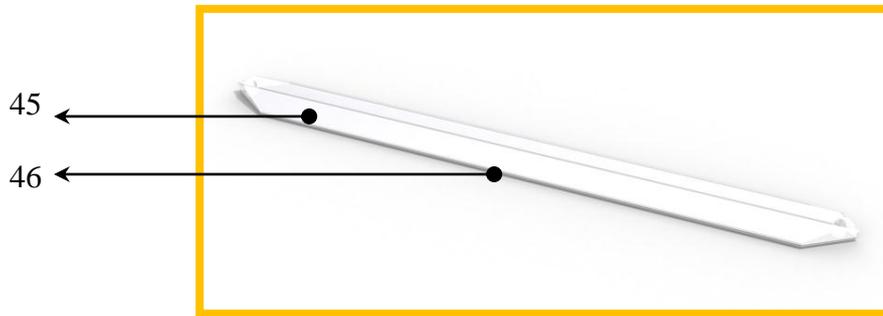


Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
35	8	- Caño N°4	- Acero SAE 1010	- Base fija
36	4	- Caño N°1	- Acero SAE 1010	- Base fija
37	8	- Manijas Publicitarias		- Bulones Alem
38	1	- Caño N°3	- Acero SAE 1010	- Pasante
39	4	- Caño N°2	- Acero SAE 1010	- Abrazadera T desmontable
40	16	- Abrazadera T desmontable		- Bulones Alem
41	10	- Base fija		- Bulones Alem
42	9	- Pasante		- Bulones Alem
43	16	- Soporte placa mampara		- Bulones Alem
44	4	- Acrílico separador	- Acrílico	- Soporte mampara

Lista de componentes del conjunto pasamanos

8.5.9 Luces interiores

La iluminación interior del vehículo se logra por medio de luces de iluminación led, una base (ref.46) y una carcasa de policarbonato (ref.45) conforman el subconjunto luces interiores.

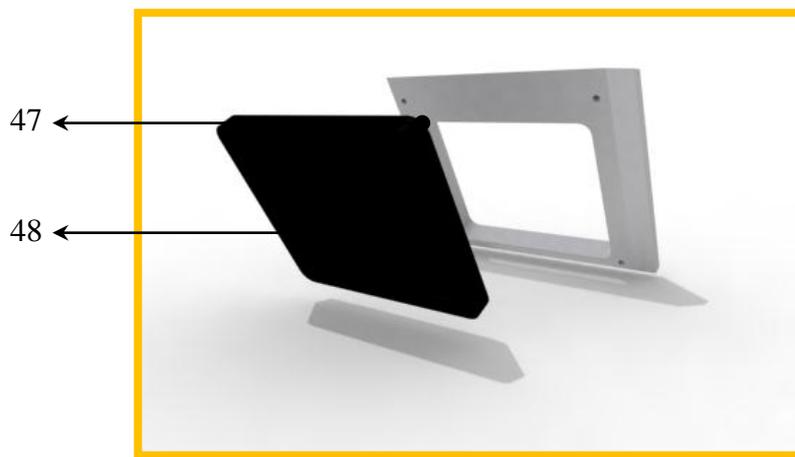


Subconjunto luz interior

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
45	8	- Carcasa luz interior	- Policarbonato	- Encastre
46	8	- Base luz interior	- Polietileno	- Bulones Alem

Lista de componentes del subconjunto luz interior

8.5.10 Carcasa pantalla



Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
47	4	- Carcasa Pantalla	- Polietileno	- Bulones Alem
48	4	- Pantalla 17"		- Bulones Alem

Lista de componentes del subconjunto carcasa-pantalla

8.5.11 Falso chasis

El falso chasis del sistema SkyMotion Monorriel es el encargado de sostener al vehículo en la vía. El mismo se compone de dos partes principales: una superior (ref.49) y una inferior (ref.51).

Por medios de unos pernos que sirven de pivot y unos cilindros hidráulicos (ref.50) ambas partes se vinculan. Estos cilindros hidráulicos son los encargados de mantener la estabilidad en el plano horizontal, más adelante se explicará con más detalle este sistema.

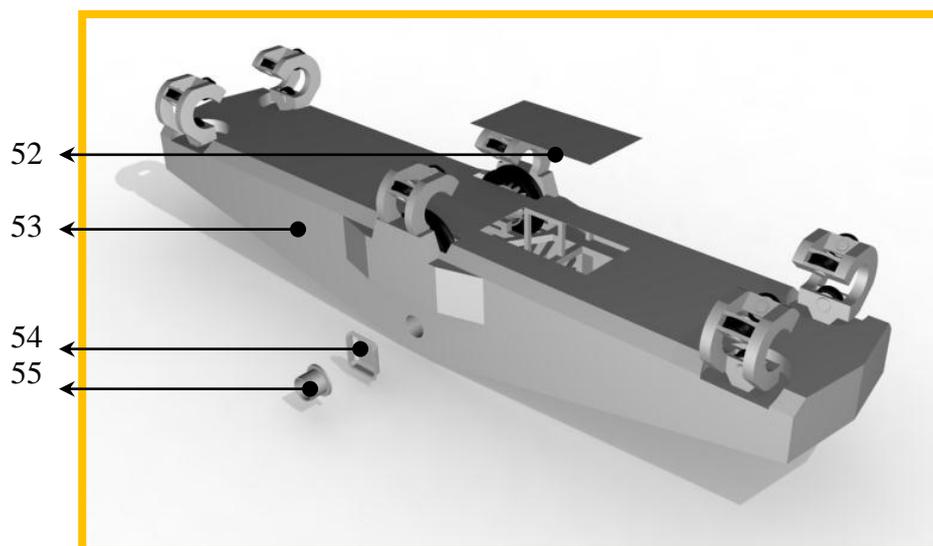


Conjunto falso chasis

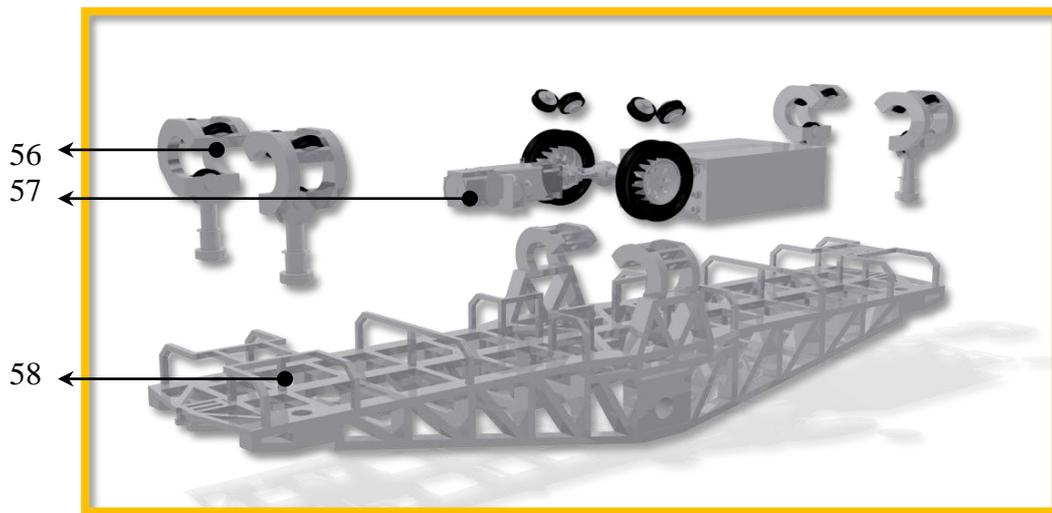
8.5.11.1 Falso chasis superior

En la parte superior, denominada falso chasis superior, se aloja el grupo propulsor y las ruedas de soportes que sirven de anclaje.

La misma está compuesta por una estructura interna de caño de acero (ref.58) recubierto por una carcasa de aluminio (ref.53). La carcasa exterior posee una tapa en aluminio que permite el acceso al motor (ref.52).



Conjunto falso chasis superior con recubrimiento



Conjunto falso chasis superior sin recubrimiento

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
52	1	Tapa acceso motor	- Chapa de aluminio de 2 mm	- Bulones Alem
53	1	Recubrimiento falso chasis superior	- Chapa de aluminio de 2 mm	- Remaches
54	2	Tapa interior perno pivot	- Chapa de aluminio de 2 mm	- Bulones Alem
55	2	Buje perno pivot	- Bronce	- Bulones Alem
56	4	Subconjunto ruedas soporte		- Tuerca de fijación y arandela de retención
57	1	Grupo propulsor		- Bulones Alem
58	1	Estructura falso chasis superior	- Acero SAE 1010	- Soldadura

Lista de componentes del falso chasis superior

8.5.11.1 Grupo propulsor

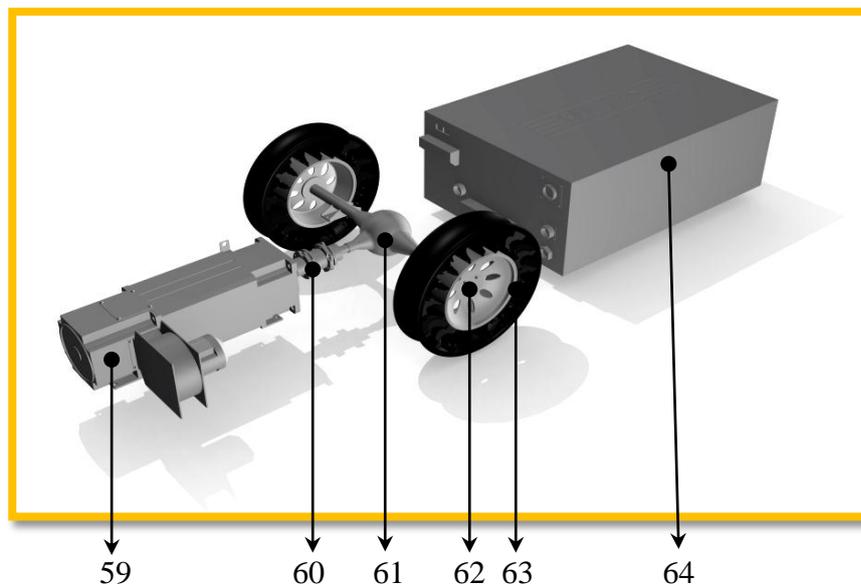
El grupo propulsor (ref.57) es el encargado de darle la movilidad al vehículo. La energía eléctrica necesaria para que funcione el motor eléctrico (ref.59) proviene de una pila de hidrógeno (ref.64).

El diferencial (ref.61) que es el encargado de transmitir el movimiento proveniente del motor a las ruedas se vincula al primero por medio de un acople (ref.60).

Las ruedas empleadas son las T-wheel (ref.63), desarrolladas por la empresa Michelin.



Elementos comerciales utilizados en el grupo propulsor



Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
59	1	Motor Leroy Somer 96,6 kW		- Bulones Alem
60	1	Acople Flender		- Chavetas
61	1	Diferencial Dana Sprincer 3,07:1		- Bulones Alem
62	2	Llantas 15"		- Tuercas
63	2	Neumático T-wheel		- Encastre
64	1	Pila de hidrógeno Ballard FC Velocity HD6		- Bulones Alem

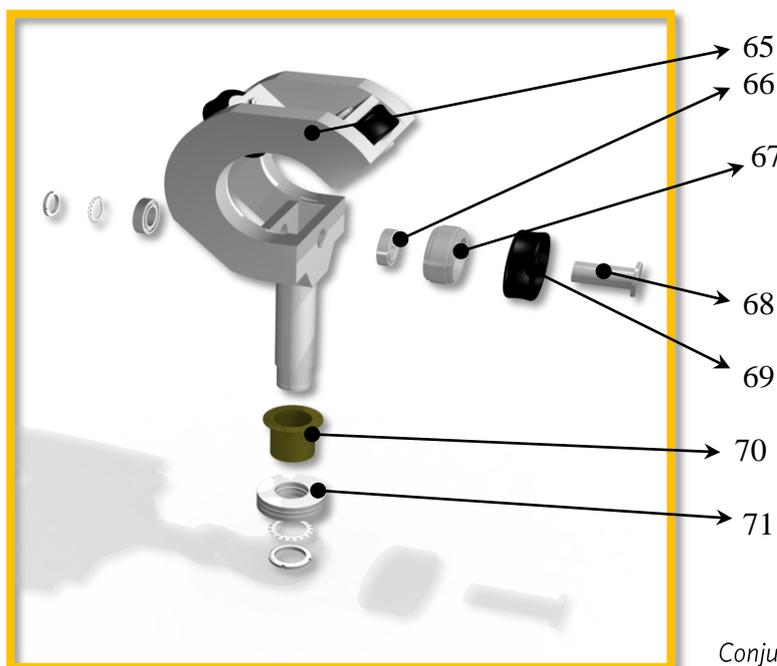
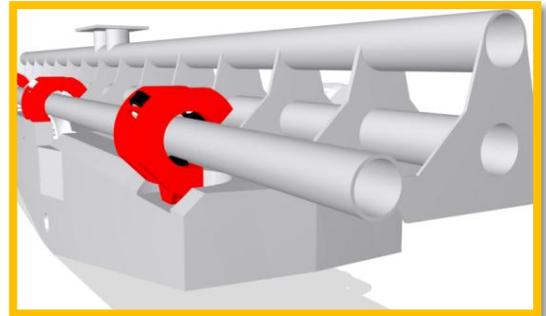
Lista de componentes del grupo propulsor

8.5.11.1.2 Ruedas soporte

El subconjunto ruedas soporte como se mencionó anteriormente, es el encargado de vincular todo el vehículo con las vías.

El mismo posee rodamientos axiales (ref.71) que le confieren movimiento en el plano vertical para que pueda adaptarse a los diferentes radios del trayecto del circuito.

La pieza principal denominada horquilla (ref.65), esta realizada en acero y en la misma se aloja todas las demás piezas.



Conjunto ruedas soporte

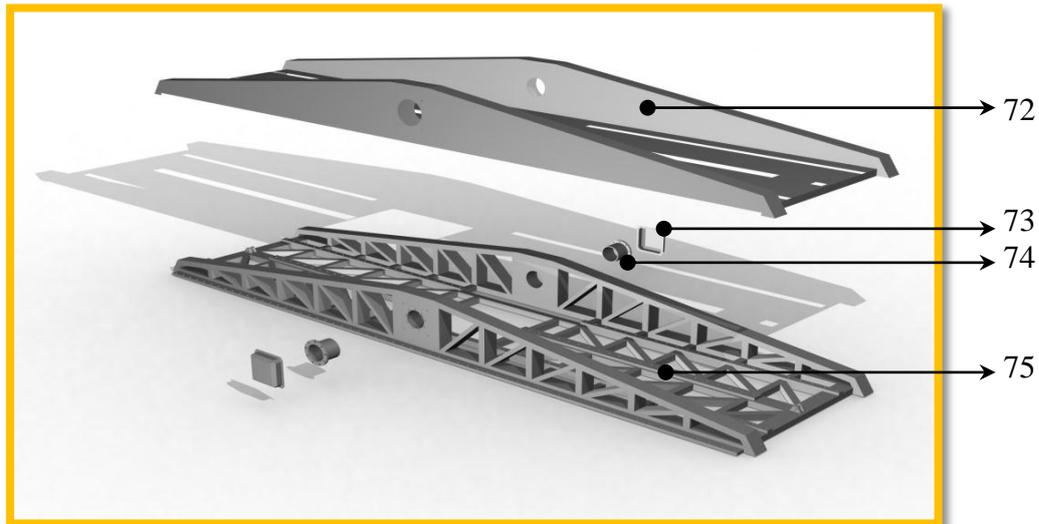
Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
65	1	- Horquilla	- Acero SAE 1010	- Soldadura
66	2	- Rodamientos de rodillos cilíndricos NUP 2212 ECP		- Arandela de retención y tuerca de fijación
67	1	- Llanta rueda soporte	- Aluminio	- Tuercas
68	1	- Eje rueda soporte	- Aluminio	- Arandela de retención y tuerca de fijación
69	1	- Banda rodadura rueda soporte	- Elastómero	- Encastre
70	1	- Buje rueda soporte	- Bronce	- Bulones Alem
71	1	- Rodamiento axial de rodillos cilíndricos 89418 M		- Arandela de retención y tuerca de fijación

Lista de componentes del subconjunto ruedas soporte

8.5.11.2 Falso chasis inferior

La parte inferior del falso chasis denominada falso chasis inferior, esta compuesta por una estructura de caño en acero (ref.75), recubierto por una carcasa en aluminio (ref.72) que se une a la anterior por medio de remaches.

En esta estructura también se alojan los bujes de los pernos de pivot (ref.74)



Falso chasis inferior

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
72	1	- Recubrimiento falso chasis inferior	- Chapa de aluminio 2 mm	- Remaches
73	2	- Tapa exterior perno pivot	- Chapa aluminio 2 mm	- Bulones Alem
74	2	- Buje perno pivot	- Bronce	- Bulones Alem
75	1	- Estructura falso chasis inferior	- Acero SAE 1010	- Soldadura

Lista de componentes del falso chasis inferior

8.5.12 Columnas-guía

El conjunto vía está formado por las guía (ref.76) y las columnas (ref.77). La separación mínima entre cada columna es de 7 metros y la altura de las mismas esta comprendida entre los 7 metros como mínimo y 18 metros como máximo.

Su constitución es del tipo cajón, realizadas en acero con un espesor de 1"



Conjunto Vías

Ref.	Cant.	Denominación	Material	Medios de unión
76	1	- Guía	- Acero SAE 1010	- Bulones
77	3	- Columna	- Acero SAE 1010	

Lista de componentes de la vía

8.6 Especificaciones técnicas

Nombre	Sky Motion
Lugar	Córdoba, Argentina
Densidad poblacional	2.308,3 hab/km ²
Año de inauguración	2013
Tipo de transporte	Monorriel suspendido
Sistema de conducción	Automático, ATO (Automatic Train Operation)
Velocidad máxima	45 km/h (12,5 m/s)
Aceleración	0.65 m/s ²
Frenado	0.65 m/s ²
Cantidad de vagones	1
Capacidad de cada vagón	30 pasajeros (16 asientos)
Cantidad de puertas	4 (2 centrales y 2 de seguridad)
Tipo de apertura	Corredera automática
Dimensiones de las puertas	1,35 m de ancho x 2 m de alto 0,9 m de ancho x 1,8 m de alto (seguridad)
Dimensiones del vehículo	7,055 m de largo x 2,8 m de ancho x 2,485 m de alto
Capacidad de carga	3 tn
Peso en vacío	5 tn
Peso con carga	8 tn
Propulsión	Pila de hidrógeno Ballard FC Velocity HD6 (440 - 800 V)
Motor	1 motor CC de 600V (Leroy Somer LSK1604S)
Potencia máxima	96,6 kW (130 HP a 4000 RPM)
Potencia de la pila	150 kW (200 HP)
Tanque de hidrógeno	MOF (Metal Organic Framework) Capacidad:10 kg
Consumo	0,9 kg/100 km
Autonomía	1000 km
Emisiones de CO ₂	0 g/km
Batería	Ion-Litio 23kW
Cilindros Hidráulicos	ENERPAC BRD-910 Presión: 150 bar Carrera: 240 mm Diámetro del cilindro: 65mm Diámetro del vástago: 25.4 mm

8.7 Recorrido

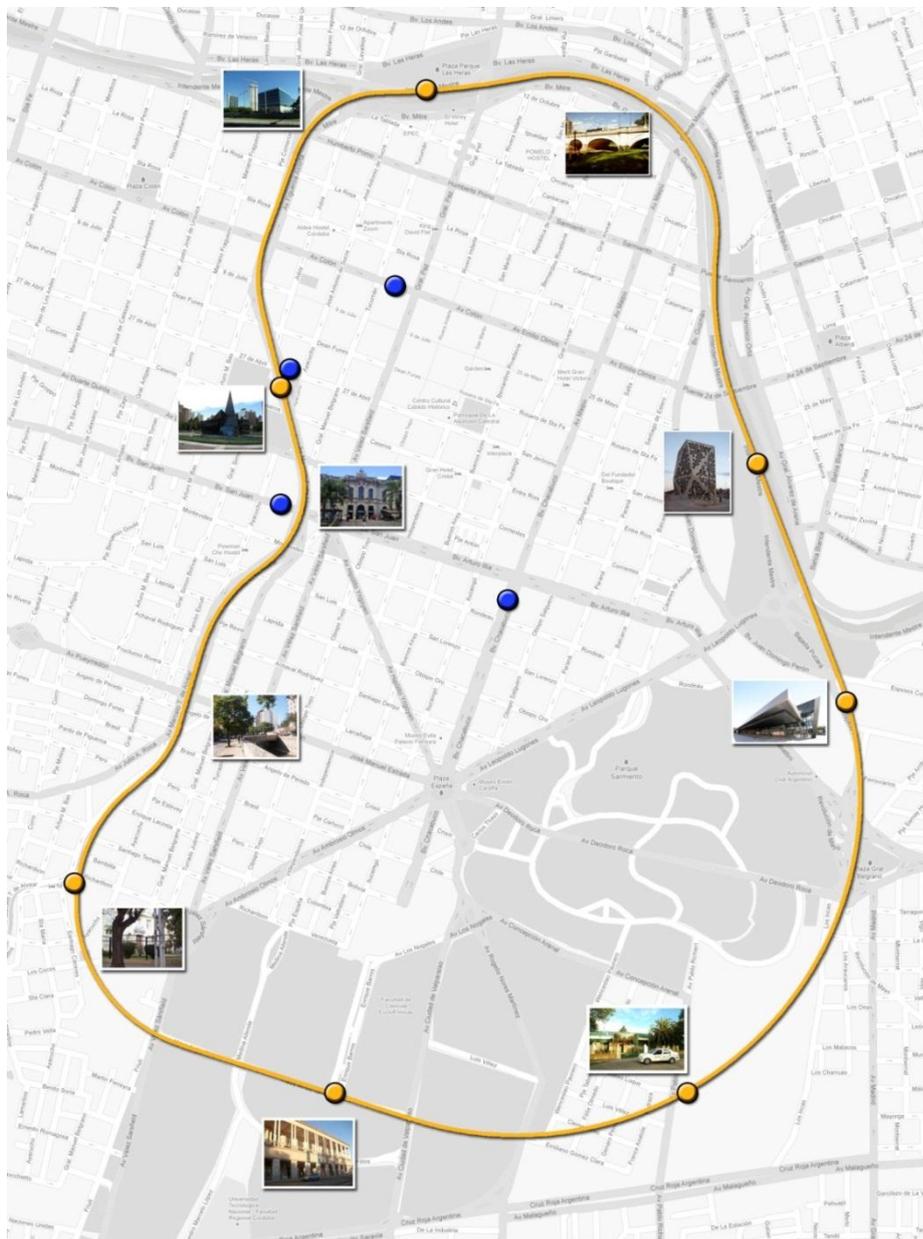
El trazado del recorrido fue determinado principalmente, teniendo en cuenta las zonas del centro de la ciudad en donde se registran los mayores puntos de congestión. Estos sectores se detallan en el mapa de a continuación por medio de referencias azules.

La trazada además está influenciada por el tipo de usuario al que va destinado (estudiante universitario y turista), es decir se busca que pase por ciertas zonas como lo son ciudad Universitaria, y cerca de ciertos puntos turísticos.

Inicialmente el servicio cuenta con 7 paradas, las que se encuentran como mínimo a 5 metros por encima del nivel del terreno (indicadas en el mapa con referencias amarillas).

Los pasajeros acceden a éstas por medio de escaleras y ascensores. En las mismas, se efectúa el pago del servicio por medio de la tarjeta electrónica actual.

Durante el recorrido el vehículo se detiene en todas las paradas, con una duración de 1 minuto por detención.



En el cuadro siguiente se detallan las principales características del recorrido de este sistema:

Configuración del trayecto	Simple carril, cerrado
Sentido del trayecto	Único
Distancia del recorrido	10,6 km
Cantidad de curvas	10 (6 a la derecha, 4 a la izquierda)
Radio mínimo	320 m (curva N°1)
Máxima velocidad en curva	45 km/h
Pendiente máxima	3,52 % (en descenso)
Tiempo del recorrido	30 minutos
Cantidad de paradas	7
Tiempo de detención en parada	1 minuto
Distancia entre paradas	Aprox.1,2 km
Altura de las columnas	Mínima 7 m, máxima 15 m
Distancia entre columnas	Mínima 7 m

8.7.1 Diseño en planta horizontal

En el diseño de la planta horizontal se han tomado como referencia las normas del diseño geométrico de vías férreas, por lo cual se han calculados los radios mínimos absolutos para una velocidad determinada (en este caso 45 km/h), y la aplicación de clotoides en los tramos que correspondían.



Cantidad de curvas del recorrido con sus correspondientes radios.

Curva	Radio (m)
1	320,87 m
2	2776,84 m
3	555,36 m
4	1218,72 m
5	1200,21 m
6	524,51 m
7	370,24 m
8	524,51 m
9	336,30 m
10	435,03 m

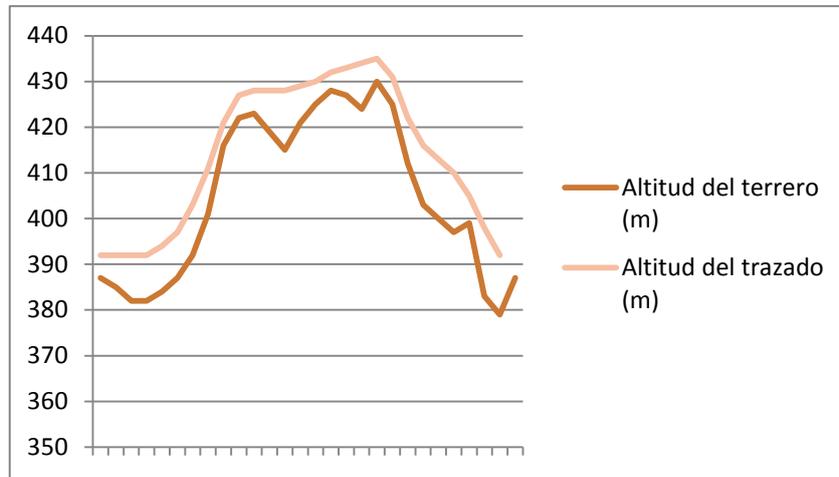
8.7.2 Diseño en planta vertical

La trazada del recorrido se proyecta sobre un terreno que presenta grandes desniveles, por ello es necesario tomar puntos de referencias (alturas en metros) para el determinar las alturas de las distintas columnas.



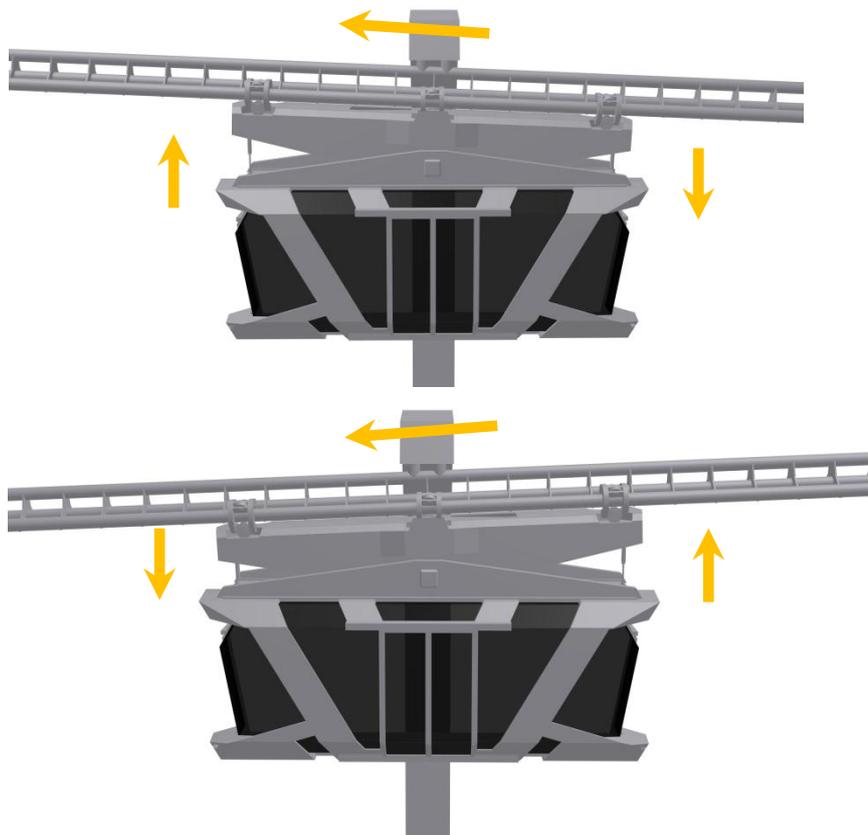
Alturas de referencia del terreno por el cual se proyectó al trazado

Teniendo presente lo anterior, se grafica los niveles del terreno (altitud del terreno) para poder diseñar con la menor cantidad posible de variación de desniveles la vía (altitud del trazado)



Gráfica de altitudes del terreno y del recorrido.

Para mantener la estabilidad horizontal en todo el trayecto, el vehículo dispone de un par de cilindros hidráulicos que actúan como estabilizadores para que el usuario no sienta los desniveles.



Cilindros hidráulicos que actúan como estabilizadores

8.7.3 Fotomontajes



Sobre el Río Suquía a proximidades del puente Centenario



Sobre cañada esquina Colón y Figueroa Alcorta

8.8 Colores

Una desventaja conocida de los monorrieles es el impacto visual que puede llegar a provocar, por lo cual la elección del color de este vehículo es muy determinante.

Colores vivos o fuertes son descartados ya que la intención de este sistema de transporte es que pase desapercibido lo máximo posible ante los ciudadanos cordobeses.

Desde un comienzo se tuvieron en cuenta tonalidades oscuras de acabados mate o semimate.



Verde oscuro mate

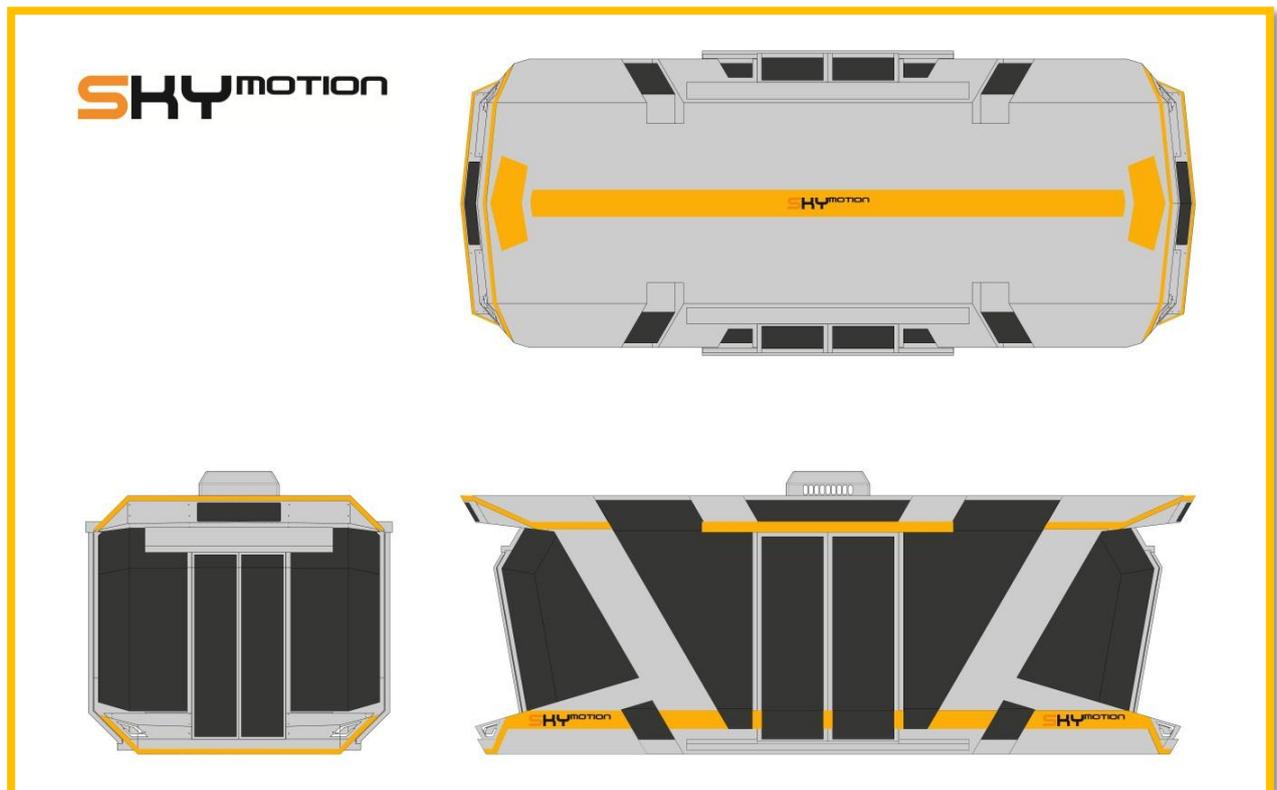


Gris oscuro semimate



Gris claro semimate

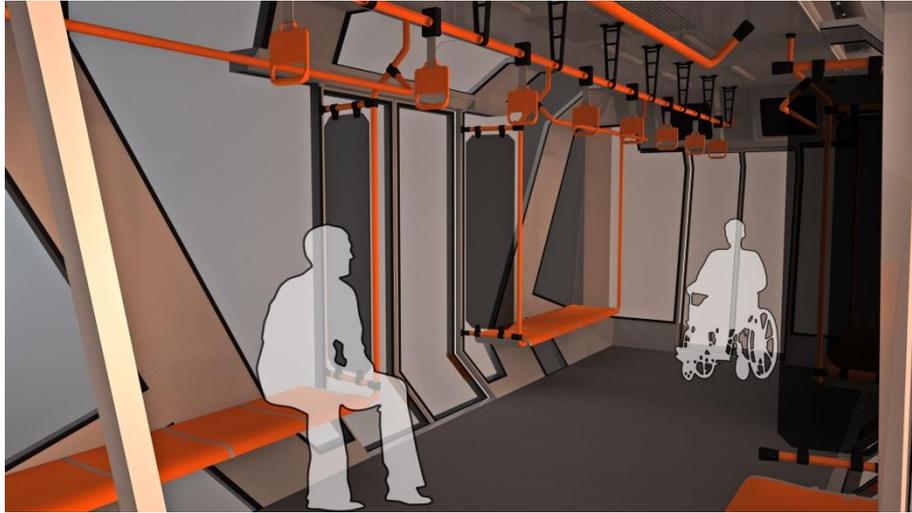
Finalmente se optó por una tonalidad gris claro de acabado semimate, con una gráfica en color naranja para aportarle el color acento al vehículo.



Colores definitivos, con la gráfica y el logo del proyecto

8.9 Diseño interior

El vehículo está diseñado para transportar a 30 pasajeros, de los cuales 16 pueden ir sentados, con una capacidad de 3 personas/m². Según la normativa, por la cantidad de asientos que posee (menos de 30 plazas), debe contar con dos lugares reservados para personas con movilidad reducida.



Los lugares reservados para las PMRs se encuentran en los extremos del vehículo.

Para acceder al interior del vehículo, el usuario debe ingresar a través de dos puertas laterales, que se abren de manera automática y su apertura es del tipo corredera.



Las dimensiones del acceso cuando las puertas están totalmente abiertas son de 1.350 mm x 2.000 mm.

Las puertas frontales y posteriores son destinadas en caso de emergencia, las cuales permiten el transbordo de los usuarios a otra unidad.



Las dimensiones de las puertas de emergencia son de 900 mm x 2.000 mm.

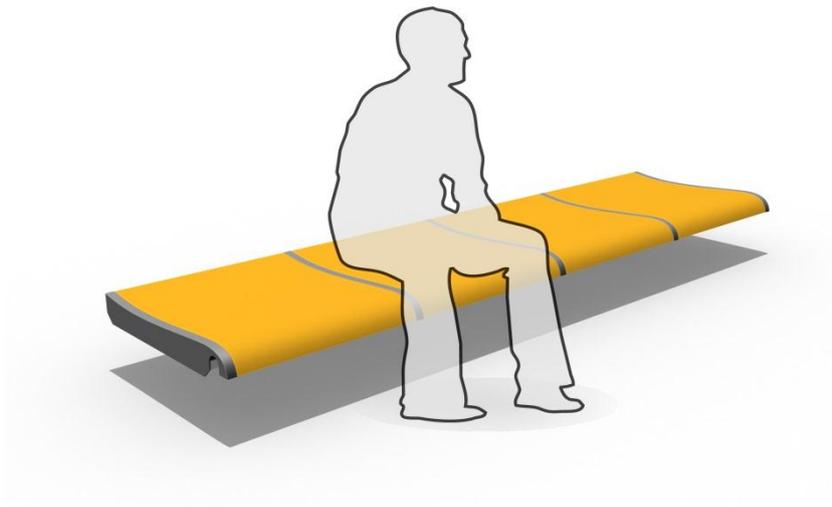
El interior también posee todos los pasamanos reglamentarios, 4 pantallas de información e iluminación interna con leds.



8.9.1 Ergonomía

Para el diseño de los asientos se tuvieron en cuenta los siguientes estándares antropométricos:

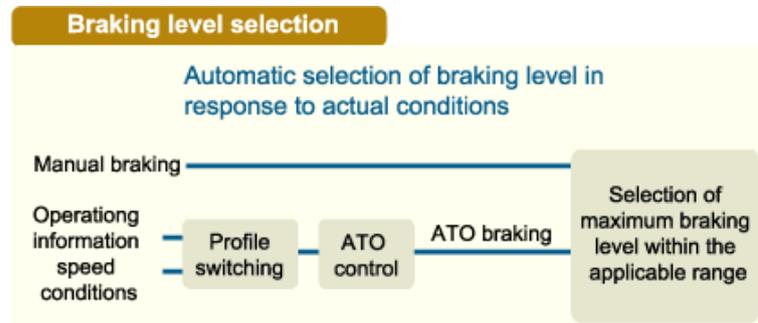
Dimensión a considerar	Medida	Percentil
Altura poplítea	394 mm	P5 Hombre
Distancia nalga-poplítea	432 mm	P5 Mujer
Ancho cadera	434 mm	P95 Mujer



Los asientos están diseñados ergonómicamente para que sean adecuados para los usuarios

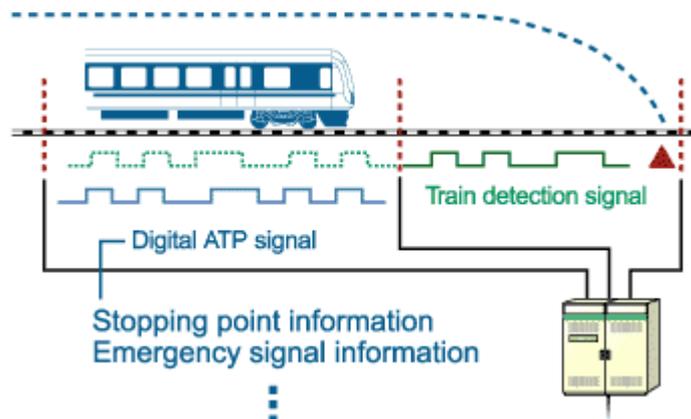
8.10 Sistemas de seguridad

La conducción del monorriel Sky Motion es automática, utiliza el sistema ATO (Automatic Train Operation) el cual es un sistema que controla el funcionamiento del vehículo de manera automática, por medio de la regulación de la aceleración y el frenado.



ATO Operation Outline

Como complemento al sistema anterior el vehículo también posee ATP (Automatic Train Protection), que es un sistema de control de distancia, en el cual por medio de sensores que se ubican a lo largo de todo el trayecto se controla el tráfico de la vía.



Autonomous control by on-board device based on stopping point information

En caso de corte de suministro de la energía eléctrica abastecida por la pila de hidrógeno, el vehículo posee un par de baterías de Ion-Litio (23 kW) que le aportan la energía extra necesaria para continuar con el recorrido.



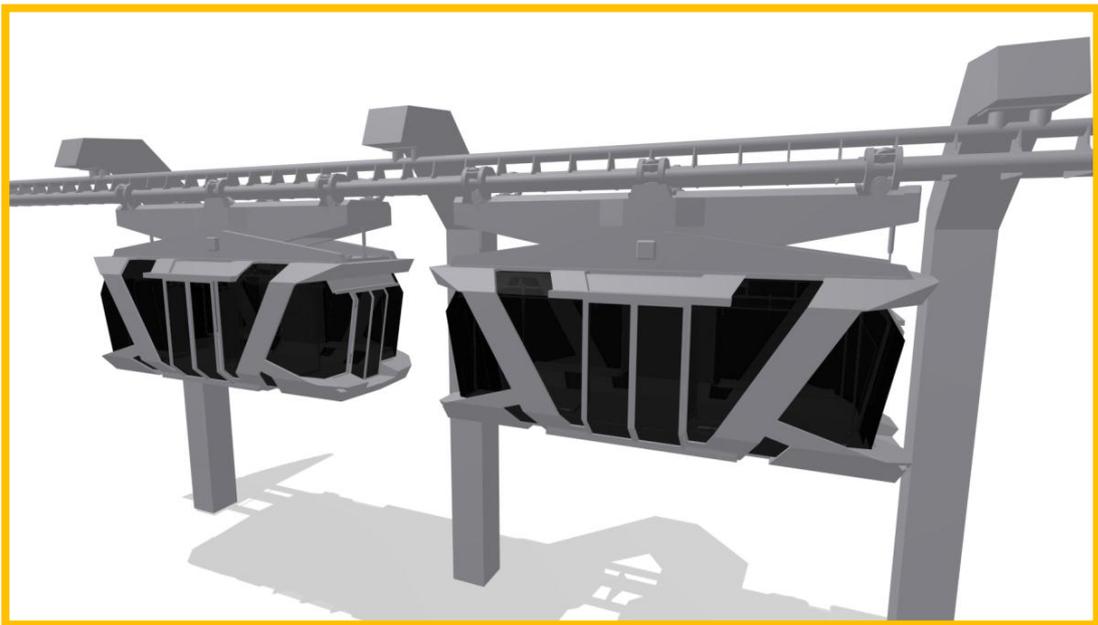
Batería de Ion-Litio de 23 kW de la empresa A123 Systems

Este sistema de monorraíl posee un coche auxiliar, como en el caso de los monorraíles de Disney, que tiene la función de remolcar a los vehículos que se detengan en medio del recorrido hasta la estación de reparación.



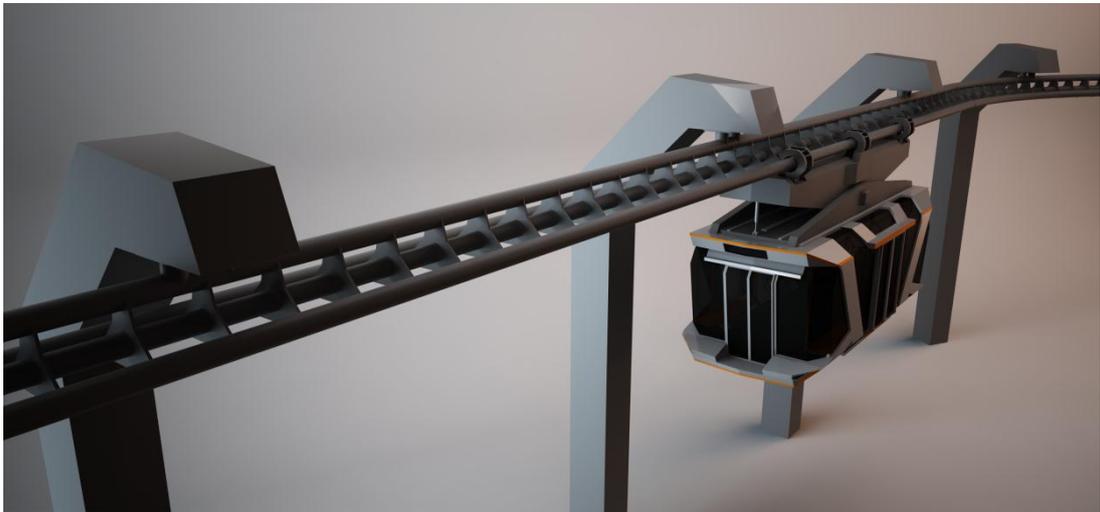
Coche remolcador utilizado en el Monorraíl de Disney

Otra alternativa existente para el caso, es el transbordo de pasajeros de un coche a otro, utilizando las puertas de emergencia.



Transbordo de vehículos

8.11 Renders de presentación



8.12 Costos

Como se puede ver en tabla debajo el costo aproximado del proyecto SkyMotion oscila entre los 1.200 millones de dólares, resultando más económico en comparación a proyectos de transporte planteados en la Argentina.

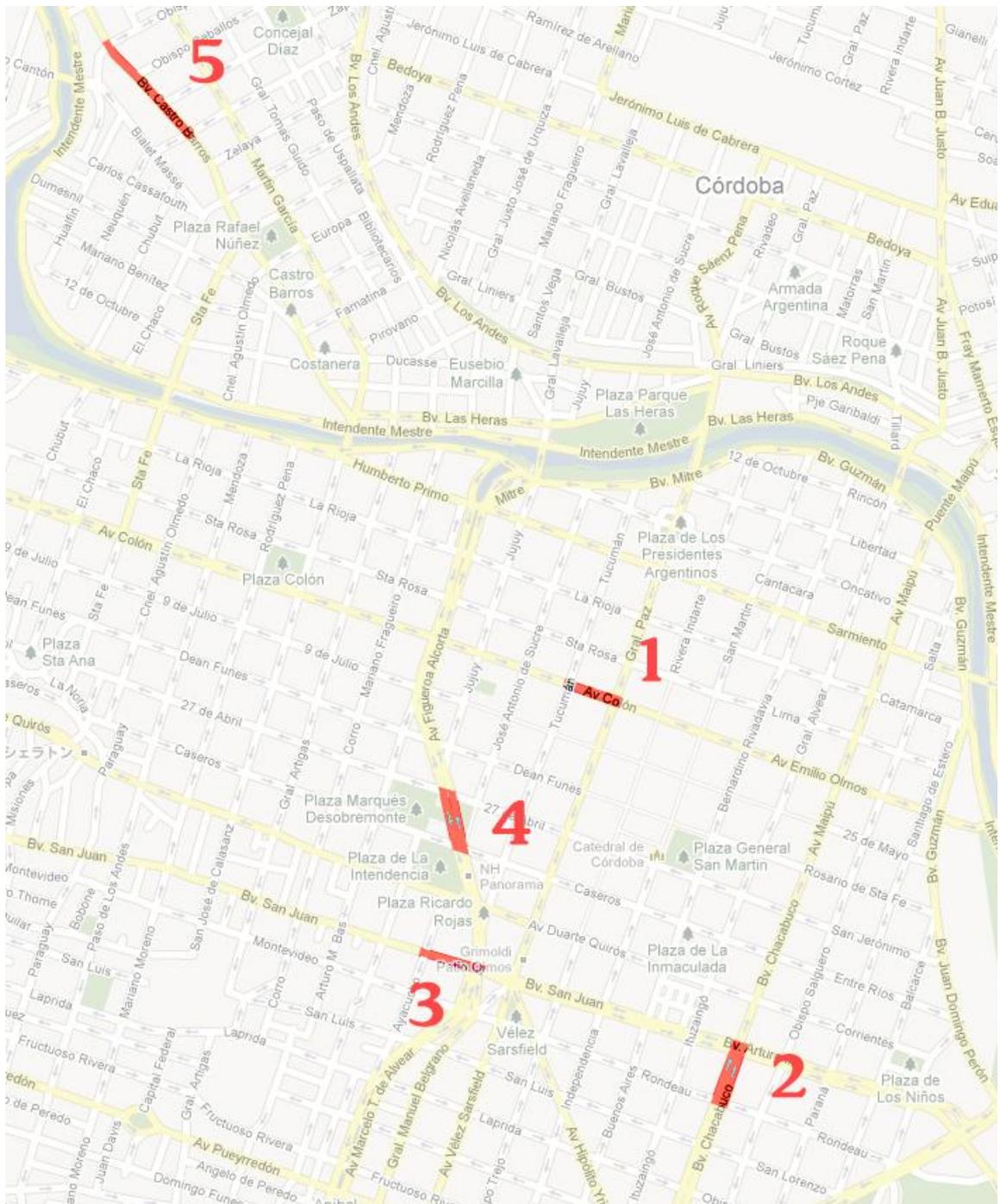
Proyecto Tren Bala Argentina	4.000 millones de dólares
Proyecto Subte Córdoba	1.800 millones de dólares
Proyecto Monorriel Sky Motion	1.200 millones de dólares

Capítulo 9: Cierre del trabajo

La información recopilada y analizada con respecto al tránsito y a los problemas de los transportes públicos actuales de la ciudad de Córdoba, demostró que es necesario disponer de un nuevo sistema de transporte para mejorar el flujo del tránsito de las calles.

Como solución, **SkyMotion Monorriel** brinda una nueva alternativa para el traslado de los ciudadanos cordobeses. Éstos ya no tendrán que preocuparse por la pérdida de tiempo ocasionada por los congestionamientos en las horas pico; viajarán de manera más segura, ya que el sistema posee su propia vía tornando casi nulos los accidentes; de forma más eficiente, debido a que el error humano se reduce al utilizar sistemas de conducción automáticos; no discrimina a las personas con movilidad reducida, ya que se suprimieron las barreras físicas; se logra un ahorro energético, al prescindir de los combustibles fósiles; y lo más importante de todo es que los contaminantes atmosféricos se reducen a cero.

Apéndice



Mapa 1, calles más transitadas de la ciudad de Córdoba (año 2010)

Formulario descriptivo del Trabajo Final de Graduación**Identificación del Autor**

Apellido y nombre del autor:	Lasagno Ulisses Emil
E-mail:	Ubrasil@hotmail.com
Título de grado que obtiene:	Licenciatura en Diseño Industrial

Identificación del Trabajo Final de Graduación

Título del TFG en español	SKY MOTION: Vehículo para el transporte colectivo de pasajeros en el microcentro de la ciudad de Córdoba
Título del TFG en inglés	SKY MOTION:
Tipo de TFG (PAP, PIA, IDC)	Proyecto de Investigación Aplicada
Integrantes de la CAE	D.I Virano Juan Augusto – Ing. Virano Luis Miguel
Fecha de último coloquio con la CAE	20-04-2012
Versión digital del TFG: contenido y tipo de archivo en el que fue guardado	Tesis Ulisses Lasagno (.pdf), Piezas (.CATpart)

Autorización de publicación en formato electrónico

Autorizo por la presente, a la Biblioteca de la Universidad Empresarial Siglo 21 a publicar la versión electrónica de mi tesis. (marcar con una cruz lo que corresponda)

Autorización de Publicación electrónica:

- Si, inmediatamente**
- Si, después de mes(es)**
- No autorizo**

 Firma del alumno