

Integración de Sistemas

Francisco García-Ruvalcaba
Thales
Noviembre 2018



Integración de Sistemas:

Aspecto fundamental en la adecuada ejecución de proyectos de transporte

1.- Introducción y actores

2.- Conceptos técnicos y modelos de contratación

3.- Lecciones Aprendidas

Conclusiones



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Sea, cual sea su papel y su ámbito de actividades

Empresas Públicas de Transporte Urbano



Concesionarios (EPCs, E&M, O&M)



Si su objetivo es construir un sistema de transporte
Elevado, subterráneo, por trinchera abierta, o bien a nivel de superficie.

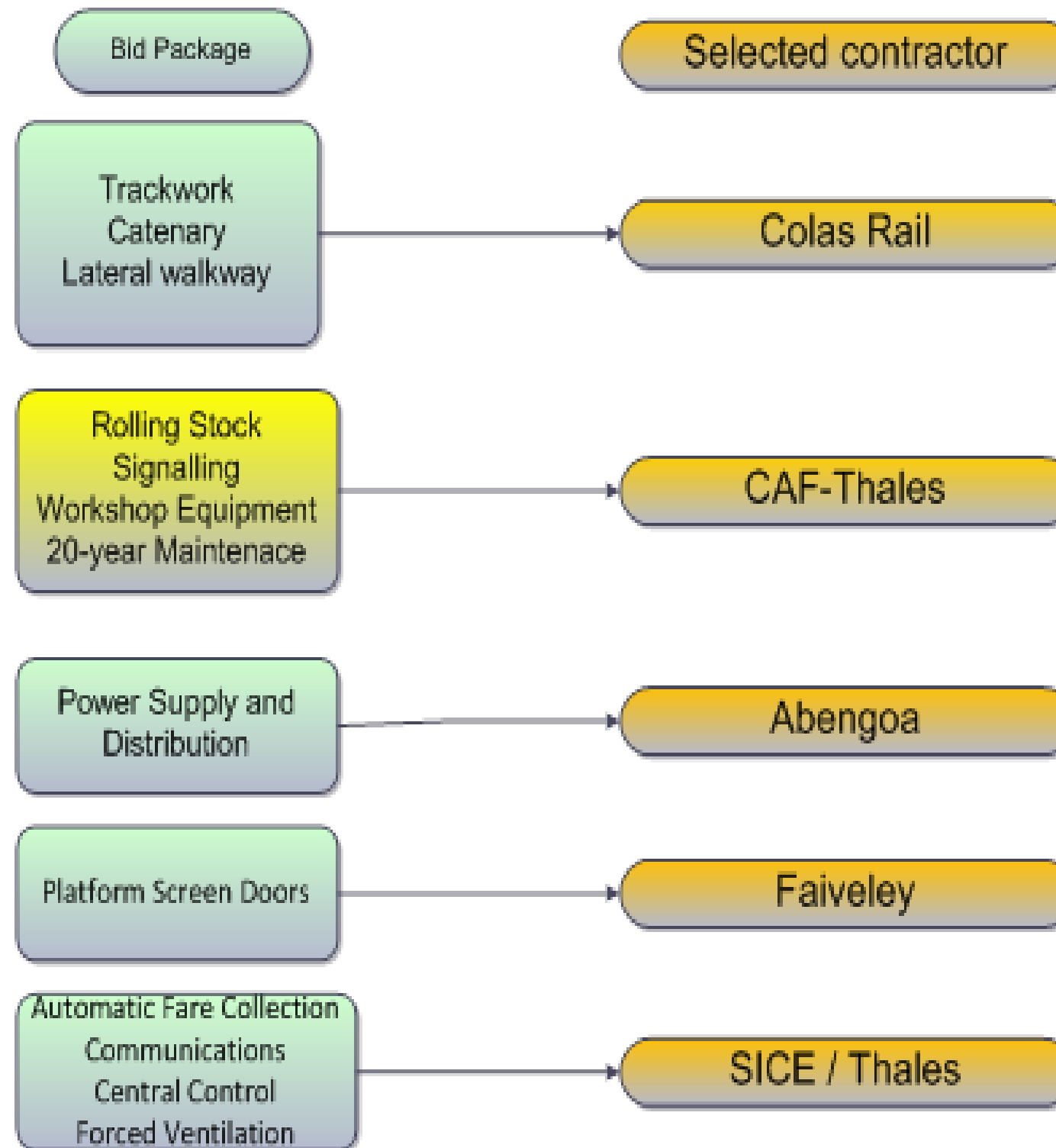


Independientemente del esquema contractual seleccionado



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

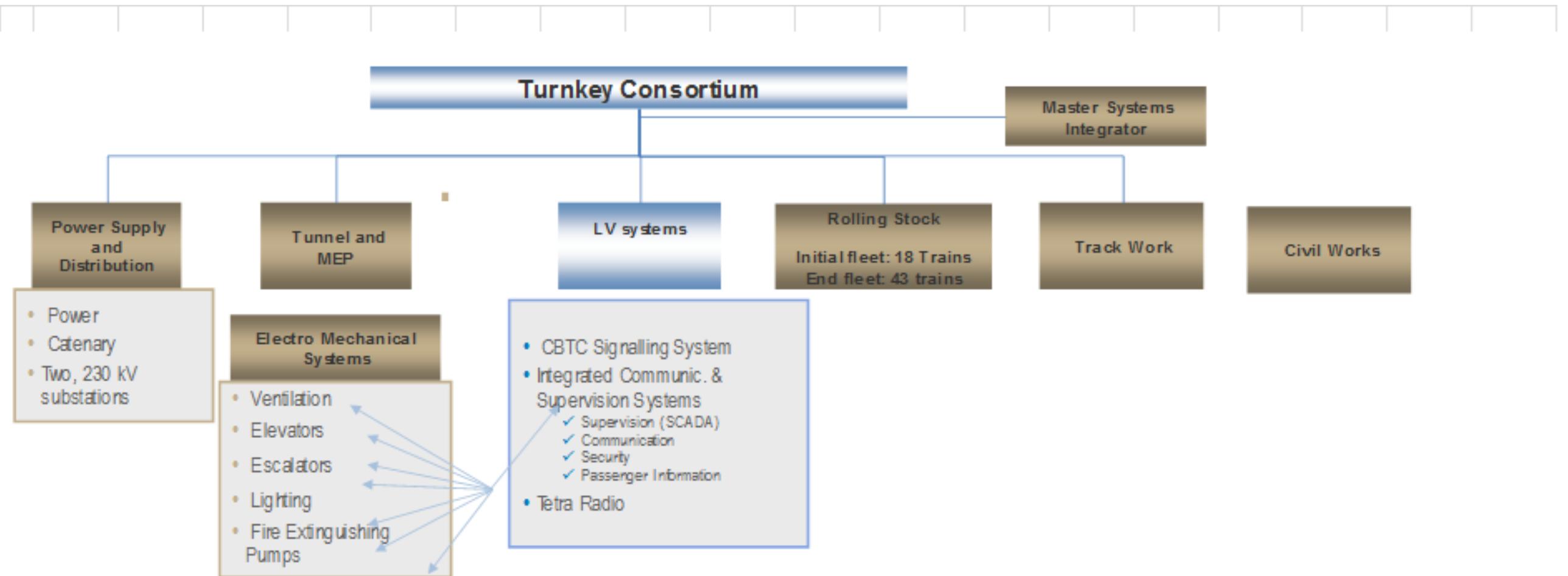
Metro de Santiago Líneas 3 y 6 (2013)



Independientemente del esquema contractual seleccionado

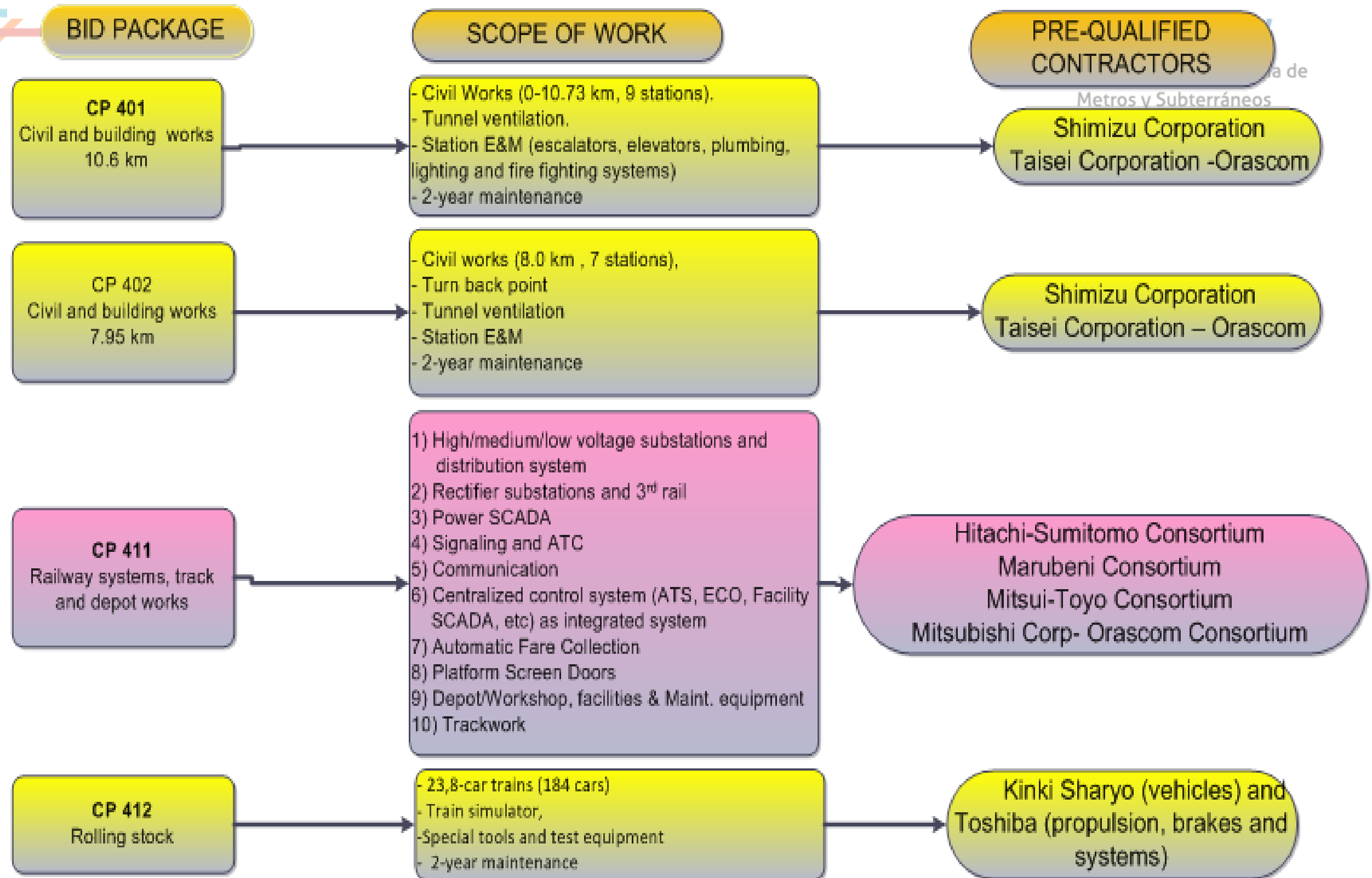


Metro de Guadalajara Línea 3 (2014)



Independientemente del esquema contractual seleccionado

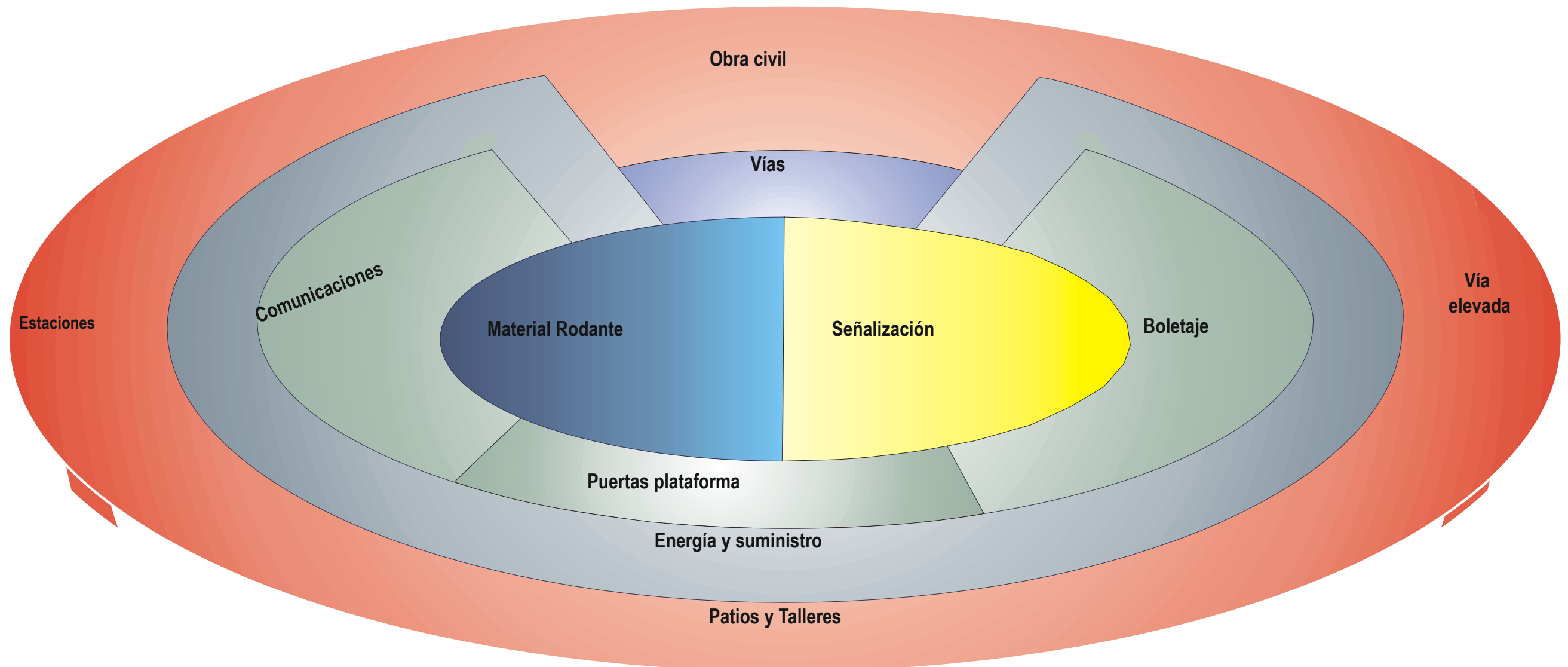
Cairo Metro Line 4 (2018)



Independientemente del esquema contractual seleccionado



Esquema típico Llave en Mano (o PPP)



Su objetivo principal es el mismo

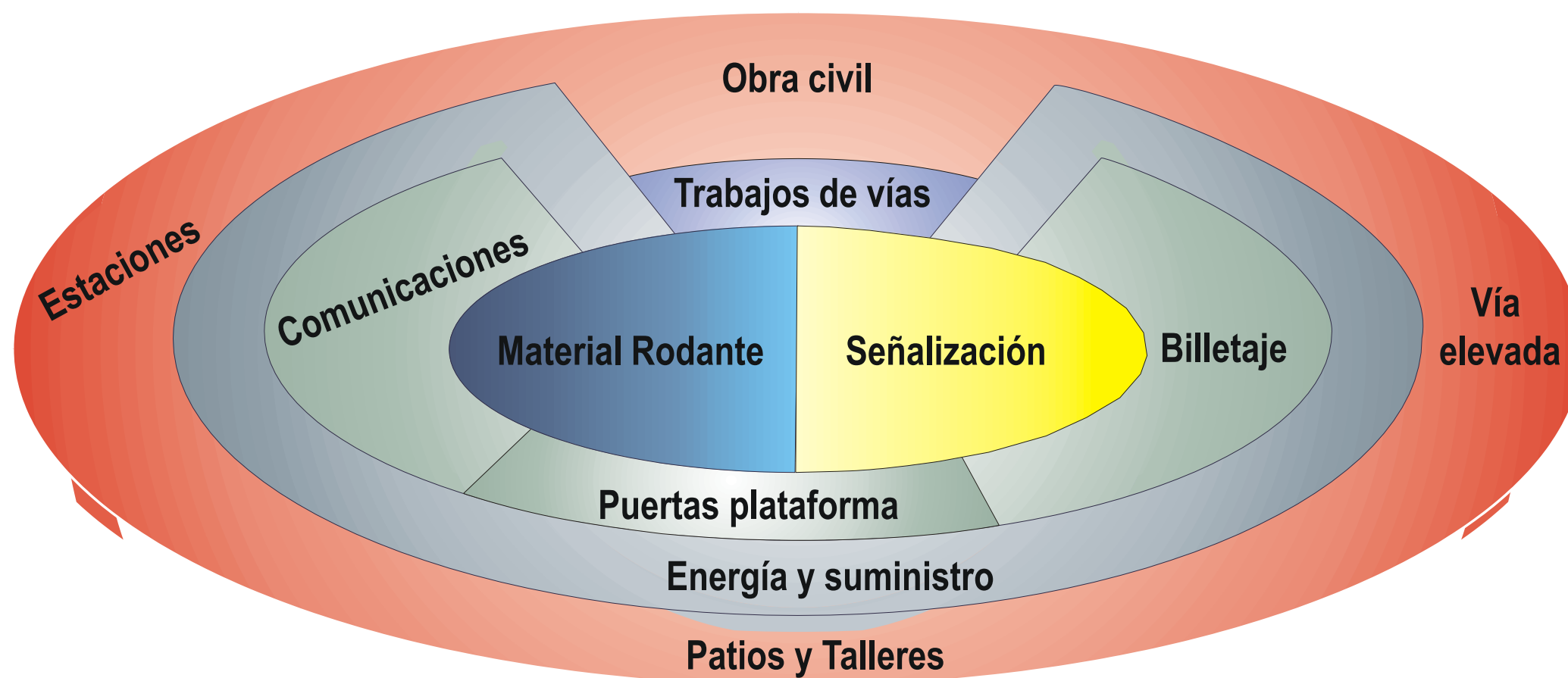
- Cabal cumplimiento de los requerimientos técnicos
 - Sistema automático con o sin conductor
 - Alta capacidad de transporte e intervalos cortos entre trenes
 - Altos niveles de disponibilidad del sistema
 - Eficiente en el uso de energía
- Cumplimiento del cronograma de trabajo,
- Costos finales que se ajustan al presupuesto previamente establecido,
- Servicio comercial puntual y seguro
- Calidad, eficiencia y rendimiento total del sistema



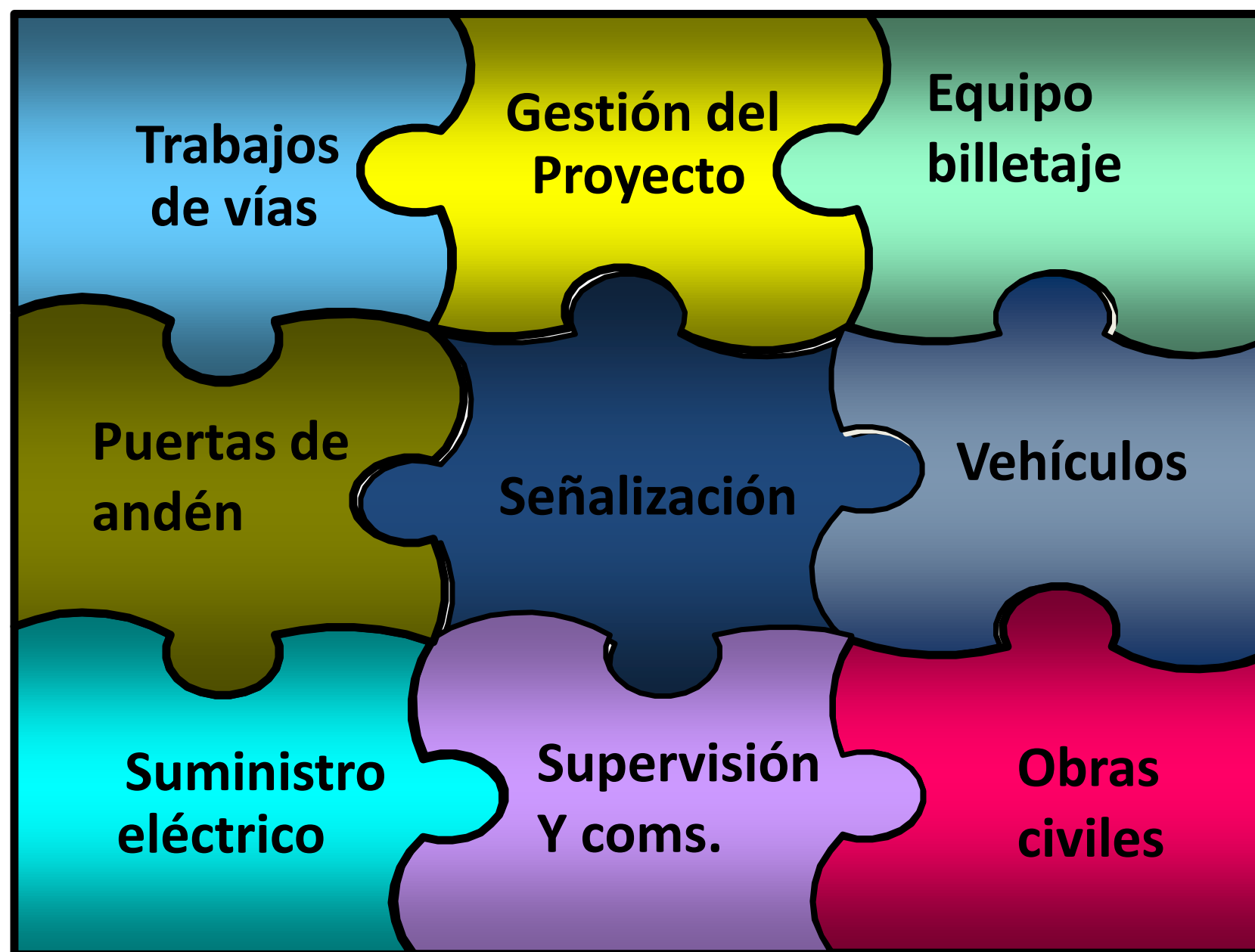
El punto de partida es la clara definición de los requisitos técnicos y operacionales de uno de los diversos componentes del sistema...



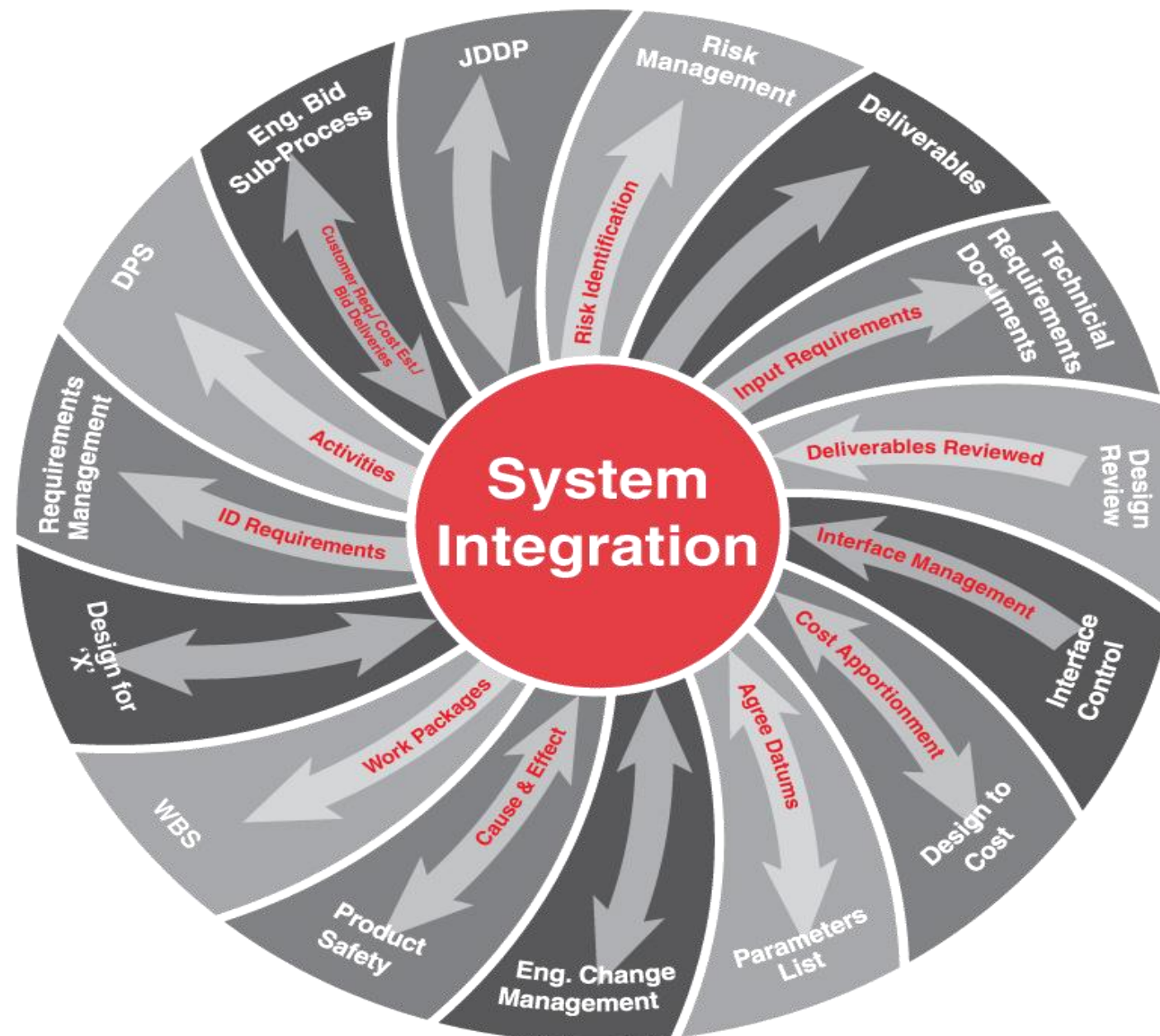
Esto debe ir de la mano con una clara definición de las interfases entre cada uno de los diversos sub-sistemas



Y de esta forma facilitar que las piezas del rompecabezas encajen a tiempo y de la manera adecuada.

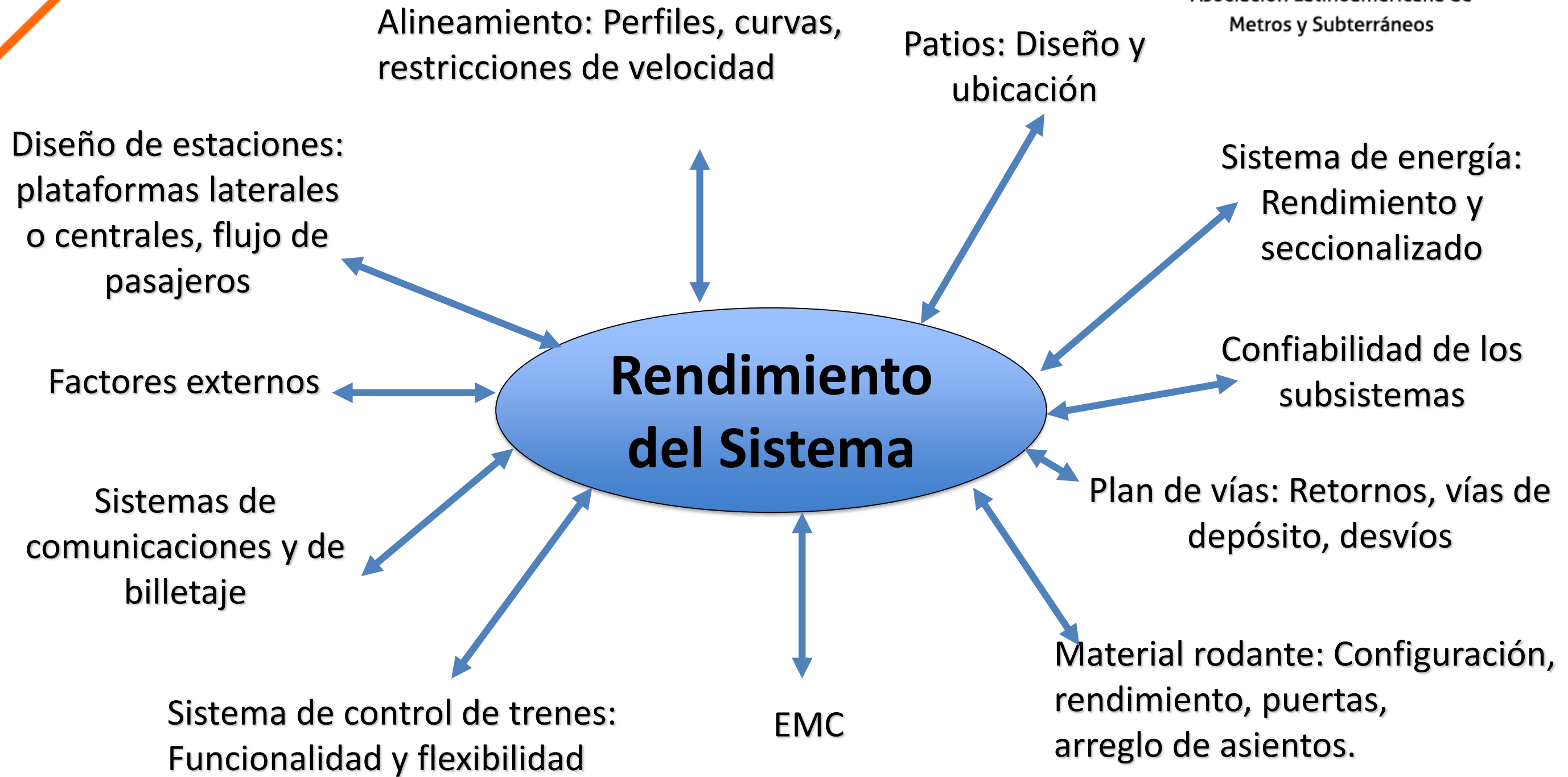


La herramienta más apropiada para logra estos objetivos es una eficaz integración de sistemas.



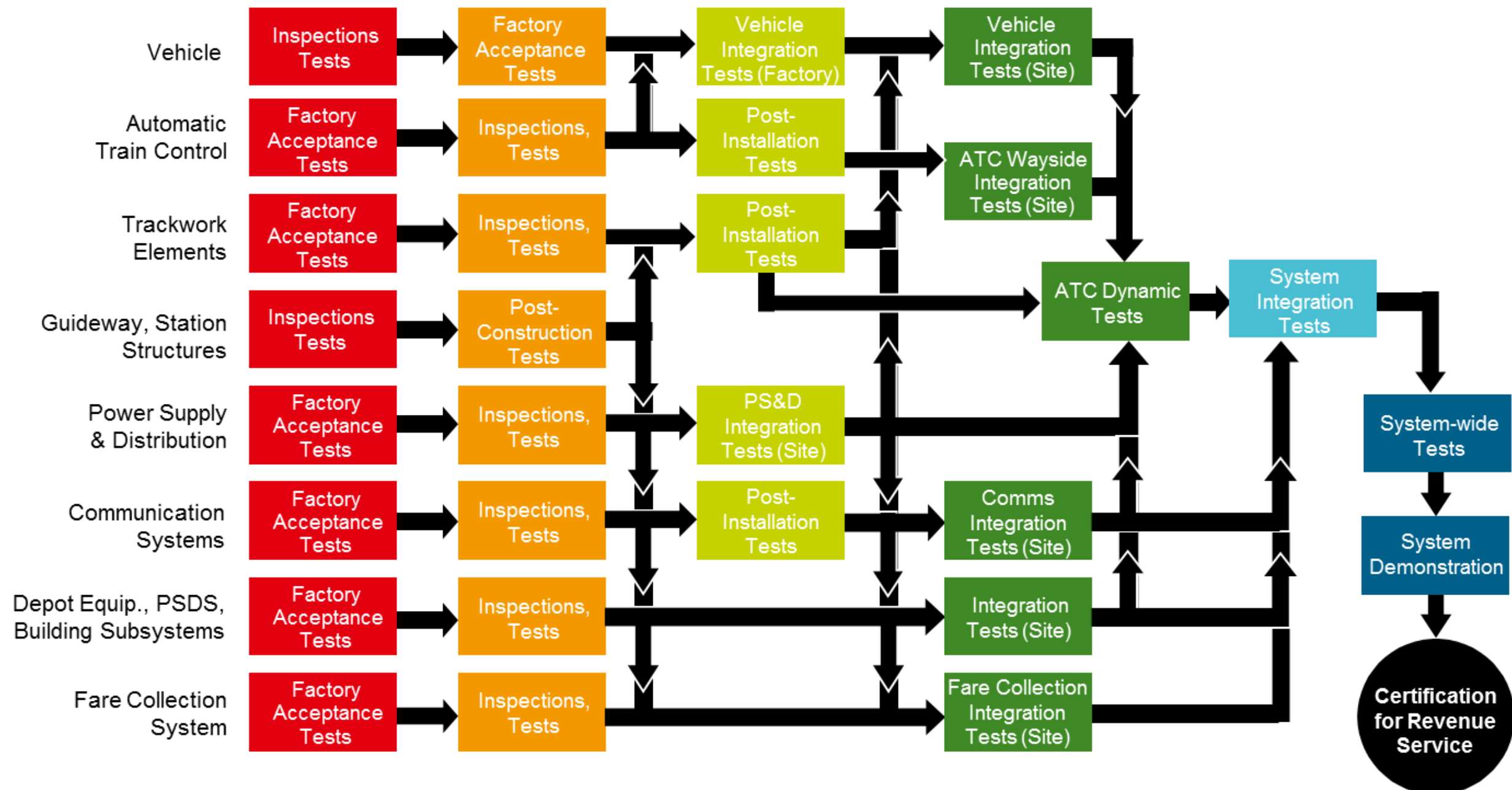
Que es la Integración de Sistemas?

- Una disciplina de ingeniería cuyos objetivos son:
 - Definir los requerimientos de rendimiento*, calidad y operacionales en una Configuración del Sistema que está encaminada a satisfacer plenamente las necesidades del Cliente,
 - Integrar los parámetros técnicos y asegurar la compatibilidad de todas las interfases del sistema de forma tal que se optimice el sistema de transporte en su totalidad,
 - Integrar los esfuerzos de todas las disciplinas y especialidades de ingeniería, tales como, Ingeniería de Ofertas, Aseguramiento de Calidad, Puesta en Marcha y Planificación de la Operación y el Mantenimiento, dentro del alcance total de ingeniería del proyecto.
- Una eficaz Integración de Sistemas requiere:
 - Clara definición y control de las interfases para asegurar la compatibilidad de todos los subsistemas,
 - Empalmar los diferentes sub-sistemas en una secuencia lógica con las pruebas apropiadas en cada etapa del proceso.
 - Pruebas y verificación del rendimiento del sistema para asegurarse que los requisitos operacionales han sido cumplidos.



Factores que afectan el rendimiento del sistema

Secuencia de pruebas



Ejemplos de aspectos claves:

- Interfase entre ruedas y riel: perfil de la rueda – vs- perfil del riel, dureza de la rueda y del riel / desgaste de la rueda y del riel / corrugado del riel, dinámica del bogie.
- Interfase andén-vehículo: Retrasos en comunicación, exactitud de parada del vehículo seguridad y confiabilidad.
- Seccionalizado de la vía: Ubicación de las secciones de suministro eléctrico deben ser coordinadas con cambiavías y con secciones del Control Automático de Trenes para facilitar el mantenimiento.
- Corrosión de corriente vagabunda (desviada): Diseño de la obra civil, diseño del sistema de suministro eléctrico del sistema, diseño de tierra del electrodo, diseño de las vías y prácticas de mantenimiento deben de ser debidamente coordinadas.
- Ruido y vibración: Los diseños del vehículo, bogie, vías y estructuras civiles deben de ser debidamente coordinadas.
- Compatibilidad Electro-Magnética: El sistema completo, incluyendo vehículos, equipos laterales de vías y el medio ambiente externo deben de contar con la debida compatibilidad electro-magnética.



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Quien puede ejecutar la Integración de Sistemas?

Proveedores de equipos y sistemas

ALSTOM **SIEMENS** **BOMBARDIER**



HITACHI
Inspire the Next



HYUNDAI
Rotem

THALES



STADLER



Scomi



EPCs



ferrovial **acciona**

PARSONS

Marubeni



Empresas consultoras

SYSTRA



IDOM

Riesgo de integración?



Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos

Lecciones aprendidas: Modelos contractuales

Lotes separados	Paquetes E&M	E&M Total	Llave en Mano (Civil + E&M)
* Santiago Lines 3&6 (Comms)	* Santiago Lines 3 & 6 (ROS+SIG)	* Santo Domingo Lines 1&2	* Panama Metro Lines 1
* Santiago Lines 3&6 (SCADA)	* Chennai (URS+ICS+PSD)	* Rennes Line B	* Purple Line and Red Lines
* Sao Paulo Line 17 (OCC)	* Glasgow Modernization (SIG + ICS + ROS)	* Lille Metro	* Hyderabad Metro Lines 1,2,3
* Delhi Lines 7 & 8	* Sao Paulo Line 15 (Comms and AFC)	* Lima Metro	* Riyadh Metro
Chinese projects	* Sao Paulo Line 17 (Comms and AFC)	* Navi Mumbai (India)	* Caracas Metro Line 5
* Thompson Line (Singapore)	* Karachi Line	Makkah Metro	* Caracas Metro Los Teques Line
* DUAT Hong Kong	* Kochi (India)	* Doha Metro	* Lima Metro L1 & 2
* Los Angeles Gold Line	* Sao Paulo Line 17 (Comms and AFC)	Bangkok Purple Line	* Sao Paulo Metro Line 6 (including O&M)
		* Singapore NWRL	* Sao Paulo Metro Line 18 (Including O&M)

Independientemente del modelo contractual seleccionado, asegurar que el contrato incluya la responsabilidad por la integración del sistema

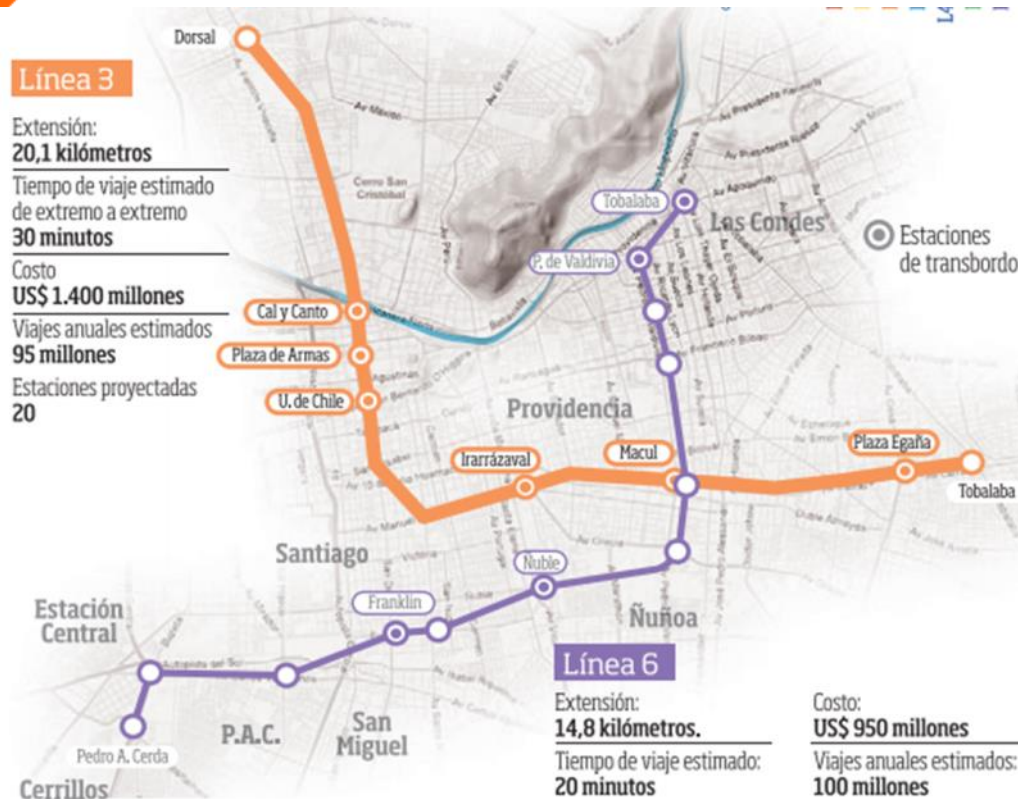
Lecciones aprendidas: Mumbai Metro Línea 1



- 11.4 km, 12 estaciones (70% elevado)
- Modelo contractual: PPP
- Entrega ofertas: Agosto 2006
- Firma contrato: Marzo 2007
- Inicio de operaciones: Junio 2014
- Costo inicial: US\$710 Millones
- Costo final: US\$1.310 billones (84%)
- Multitud de contratistas
 - Civil: Simplex – Sew – Shyaw Narayan
 - E&M: CSR /Siemens/ABB/Infra/Schindler/Otis)
- Integrador de sistemas: Ninguno a insistencia de Gerente del Proyecto de Reliance Engineering.
- Cost/km: US\$114.9 M

Involucrar a integrador de sistemas

Lecciones aprendidas: Santiago Metro Líneas 3 y 6



- 37.4 km, 28 estaciones (100% subterráneo)
- Modelo contractual: Paquetes separados
- Entrega ofertas: Agosto 2013
- Firma contrato: Diciembre 12, 2013
- Inicio de operaciones
 - Línea 6: Noviembre 2, 2017
 - Línea 3: Diciembre 2018
- Multitud de contratistas
 - Túneles: OHL/Ferrovial/Dragados/Compax/Desalco
 - Estaciones: Ferrovial/Dragados/Strukton/Echevarria Izquierdo
 - E&M: CAF-Thales/ Colas Rail-ETF Vinci /SICE-Hytterra/Thyssen-Krupp/Faiveley/Soler Palau/SICE
- Integrador de sistemas: Documentos licitación definían claramente las interfases y la responsabilidad por la integración de los sistemas.
- Cost/km: US\$80 M

Repetir esquema para construcción de líneas futuras

Lecciones aprendidas: Línea 12 STC Metro

LOS DEFECTOS DE LA LÍNEA DORADA

Diagnósticos realizados por expertos a la ruta más nueva del Metro revelan problemas técnicos y estructurales.



- 24.5 km, 20 estaciones (50% elevado)
- Modelo contractual: Paquetes separados
- Inicio de operaciones: 30 Octubre 2012
- Suspensión de operaciones: 11 Marzo 2014
 - Tramo Tlahuac-Atlixco (12 km)
- Reinicio de operaciones: Noviembre 29, 2015
- Principales problemas:
 - Interfase riel-rueda (Incompatibilidad de la dureza de las rueda y el riel)
 - Durmientes, fijaciones del riel y un fuerte desgaste ondulatorio del riel principalmente en 8 secciones de curvas.

Asegurar interfaces entre riel-rueda-obra civil

- No confundir interfase con integración,
- Definir claramente en los documentos de pre-calificación y/o en las bases, la entidad responsable por la integración total del sistema,
- Asegurar que el integrador de sistemas demuestre su experiencia en proyectos de transporte.
- Asegurar que la empresa contratante este asesorada por Consultores experimentados en interfase e Integración de sistemas de transporte.



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Gracias por su atención

