

# IDENTIFICACIÓN ALTA CONFIABILIDAD Para Cátodos de COBRE



# Qué motivó el proyecto?

Montos sustraídos llegarían a los 3 mil millones de pesos

## Desbaratan banda que robaba cátodos de cobre

» Bicrim de la PDI desarticuló red delictual tras arduas pesquisas

DÁNIZA URRUTIA SEPÚLVEDA  
duurutas@mercurioantofagasta

Una organización criminal que estaba operando desde el año 2005, integrada por una veintena de sujetos con distintos grados de participación en los ilícitos, fue desbaratada por la Brigada de Investigaciones Criminales de la PDI Antofagasta.

La agrupación delictual se había especializado en cometer robos de



Subprefecto de la PDI, Alberto Torres Aliaga.

co, a fin de sacar las láminas de cobre, que a su vez eran cargadas en otros camiones.



ALCORN

	Diferencia(TM )	Piezas faltantes	Atados faltantes	Producto
57	0,243		3	Cátodos CCC SX-EW

	Diferencia(TM )	Piezas faltantes	Atados faltantes	Producto
66	-4,808		131	Cátodos RT STD

Hangzhou Tianan	CH9C307	MARZO	MEJILLONES	Huangpu	CAP BOMA WISTA	18-03-2009	193,963	193,528	-0,435	3	Cátodos CCCP GA	
Tai I Jiang	CH9C302	ABRIL	MEJILLONES	Huangpu	CCNI SHENZHEN	08-04-2009	393,864	396,605	-3,259	74	Cátodos RT GA	
Tai I Jiang (Guangzhou)	CH9C302	ABRIL	MEJILLONES	Huangpu	MONTE ACONCAGUA	20-04-2009	393,788	398,593	-1,195	24	Cátodos SBL GA	
Zheijiang Hailiang Co. Ltd.	CH9C349	ABRIL	MEJILLONES	Shanghai	CCNI RIMAC	30-04-2009	249,924	248,524	-1,4	46	Catodos Gaby Std	
Fogang Kingboard	CH9C399	Mayo	MEJILLONES	Huangpu	MSC TOLEDO	21-05-2009	509,485	506,985	-2,5	1	Catodos Gaby Std	
Shandong Tian Yuan	CH9C354	JUNIO	MEJILLONES	Shanghai	MSC TOBA	12-06-2009	499,976	499,323	-0,653	9	Cátodos RT GA	
Asia Steel	CH9C317	JUNIO	MEJILLONES	HUANGPU	CAP GREGORY	30-06-2009	249,786	249,261	-0,505	3	Cátodos CCCP GA	
							<b>2.934,160</b>	<b>2.919,405</b>	<b>-14,755</b>	<b>290</b>	<b>1</b>	

# AGENDA

1. Objetivos
2. Fronteras del proceso
3. Estado del arte
4. Exploración tecnológica
5. Conceptualización
6. Conceptualización- simulador.
7. Factibilidad técnica
8. Factibilidad económica.
9. Prototipo para la trazabilidad, seguimiento y control de alta confiabilidad
10. Conclusiones

# Equipo de trabajo

- CODELCO
- Universidad de Bremen
- Universidad de Antofagasta
- Universidad Arturo Prat
- Emerging Technologies Group Ltda.

# Equipo de trabajo

- Ernesto Rivas, Sponsor del proyecto CODELCO NORTE
- Líder Funcional Planta Codelco Norte.
- Líder Funcional Servicios Comercialización Codelco.
- Hector Cerda CODELCO
- Medardo Folch CODELCO
- Dir. Negocios TICA Norte
- Kateryna Daschkovska – U. Bremen
- Magíster – Ing. Raúl Zúñiga Arriaza – U. Arturo Prat , U.Bremen
- Ing. Prof. Richard Rojas Arquero – U. de Antofagasta.
- Post Doctor – Dr. Ricardo Guiñez Díaz - U. de Antofagasta.
- Ing Civ. Industrial – Renato Figueroa- U. Arturo Prat.
- Lic. Carlos Torres de la Llosa Basile - ETG

## Consultores:

- Prof. Dr. Ing. Klaus Dieter Thoben – U. de Bremen
- Dipl. Ing. Dieter Uckelmann - U. de Bremen

# OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es proponer una solución al problema de negocio detectado e informado por diversos medios (Informes, auditorías, Prensa, etc) en la logística de salida de los cátodos de cobre de la División Norte de Codelco Chile. El problema de negocio se resume de la siguiente manera;

*“Existe una pérdida de valor no despreciable en la cadena de la logística de salida de los cátodos de cobre, reflejado por una parte en la pérdida económica directa y por otro lado en la menor calidad percibida de los clientes de Codelco”.*

## Objetivos del negocio para el modelo de trazabilidad:

**El proyecto deberá aportar valor en cuanto a reducción de costos directos o indirectos en el proceso de transporte de cátodos de cobre.**

**Seguimiento** significa poder conocer en todo momento la ubicación y status del paquete de cátodos dentro del proceso de transporte.

**Control** significa poder tomar acciones correctivas en tiempos apropiados cuando se detectan variabilidades en el proceso de transporte, que afectan la integridad y o calidad de la carga en un grado que represente una no conformidad con lo acordado con el cliente final, o comprometa los activos de la compañía.

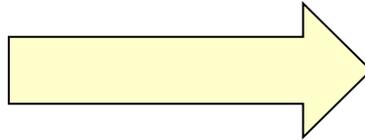
**Trazabilidad** significa poder reconstruir la historia de eventos y estados, que afectaron a cada paquete de cátodos de cobre, en una línea de tiempo para auditar su proceso de transporte.

# Metodología de trabajo

- Levantar y describir procesos
- Construir simulador
- Analizar resultados
- Determinar oportunidades de mejora
- Proponer prototipo con tecnologías habilitantes para implementar mejoras y capturar valor
- Diseñar y costear el prototipo
- Evaluar económicamente implementación del prototipo

# Fronteras del Proceso

Para el diseño de este modelo conceptual se ha considerado como punto de inicio el momento de la cosecha en la nave de la planta y como punto de término el producto en la bodega del barco.



# Estado del Arte – antecedentes

- Explorar alternativas de última generación para implementar la trazabilidad de productos en la cadena de logística de salida.
- Conocer experiencias para industrias de metales y en particular industria del cobre en distintas partes del mundo.
- Incorporar pruebas/ ensayos realizados en Codelco.
- Orientar para seleccionar la tecnología que se utilizará en el prototipo
- Casos estudiados:
  - 2004 planta de tubos de acero en Houston Texas
  - Sistema de seguimiento de cátodos de acero 3M.
  - Thyssen Krupp , planchas de acero
  - GS1 Codelco Teniente
  - RFID Chile – Codelco Norte

# Estado del arte: desarrollo

- Tecnologías para la identificación
  - Optical Character Recognition (OCR)
  - Código de Barras
  - Smart Cards
  - RFID
- Tecnologías para seguimiento
  - GPS : Global Positioning System
  - AIS : Automatic Identification System
  - RTLS : Real Time Locating System
- Estándares relevantes
  - EPC (Electronic Product Code)

# Estado del arte : Conclusiones

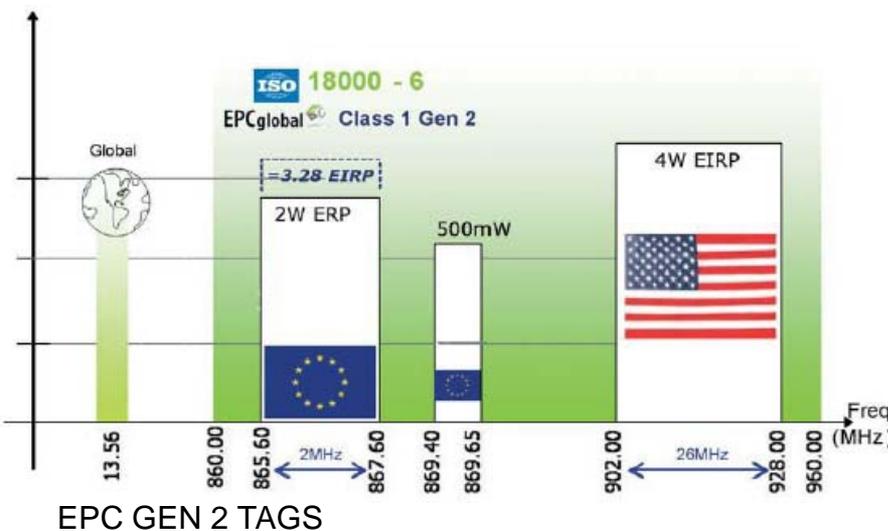
Parameter/System	Barcode	OCR	Smart card	RFID
Typical amount of data (byte)	1 – 100	1 – 100	16 – 64k	16 – 64k
Data density	low	low	very high	very high
Machine readability	good	good	good	good
Human readability	limited	easy	impossible	impossible
Susceptibility to dirt/liquids	high	high	possible (contact)	none
Influence of (optical) barrier	total failure	total failure	possible	none
Influence of direction and position	slight	slight	very high	none
Wear and tear	limited	limited	limited	none
Procurement costs / auxil. reading devices	very low	Medium	Low	medium
Unauthorized copying or modification	easy	easy	difficult	difficult
reading rate (incl. data carrier operation)	low ~ 4 s	low ~ 3 s	low ~ 4 s	very fast ~ 0,5 s
reading rate (incl. data carrier operation)	0 ... 50 cm	< 1 cm (scanner)	direkter Kontakt	0 ... 5 m, microwave

Fuente : Universidad de Bremen; Germany

# Exploración tecnológica - Introducción

- Explorar características de la tecnología RFID.
  - Etiquetas pasivas
  - Etiquetas activas
- Etiquetas RFID utilizables en metales aptas para utilizar en cobre:
  - EPC Gen 2
  - Etiquetas tipo flag

# Exploración Tecnológica - Desarrollo



- Device type Class 1- Generation 2 passive UHF RFID transponder
- Air interface protocol - EPCGlobal Class1 Gen2 ISO 18000-6C
- Operational frequency - 865-928 MHz
- IC - NXP UCODE G2XM
- EPC memory - 240 bit
- Extended memory - 512 bit
- Read range - 8-10 m / 26-32 ft, reader power - 2W ERP
- Material - PET
- Weight - 0,6 g
- Delivery format - Single
- Tag amount in a box - 400pcs (default)
- Protection class - IP67
- Product is RoHS compliant.

Parameter	Low frequency	High frequency	Ultrahigh frequency	Microwave
Frequency	125 – 134 kHz	13,56 MHz	868 bzw. 915 MHz	2,45 bzw. 5,8 GHz
Reading range	up to 1,2 m	up to 1,2 m	up to 4 m	up to 15 m (in some cases up to 1 km)
Reading speed	slow	acc. to ISO* standard	fast	very fast (active transponders)
Moisture**	no effect	no effect	negative effect	negative effect
Metal**	negative effect	negative effect	no effect	no effect
Aiming of transponder during reading	not necessary	not necessary	sometimes necessary	necessary
Worldwide accepted frequency	yes	yes	in some places (EU/USA)	in some places (non EU)
Current ISO standards	11784/85 and 14223	14443, 15693, and 18000	14443, 15693, and 18000	18000
Typical transponder shapes	glass tube transponders, transponders in plastic housings, smart cards, smart labels	smart labels, industrial transponders	smart labels, industrial transponders	large-format transponders
Examples of applications	access and route controls, brakes, laundry cleaners, gas readers	laundry cleaners, asset management, ticketing, tracking and tracing, multi-access	palette tracking, container tracking	road pricing, container tracking

## Características TAGs RFID

# Exploración Tecnológica - Conclusiones

- Tecnologías recomendables y factibles para usar en un prototipo de trazabilidad de cátodos de Cobre:
  - Etiquetas RFID EPC class 1 Gen 2, tipo flag.
  - Sistemas GPS
  - Sistemas monitoreo RTLS (Real Time Locating Systems)
    - Desarrollo, software, integración de sistemas

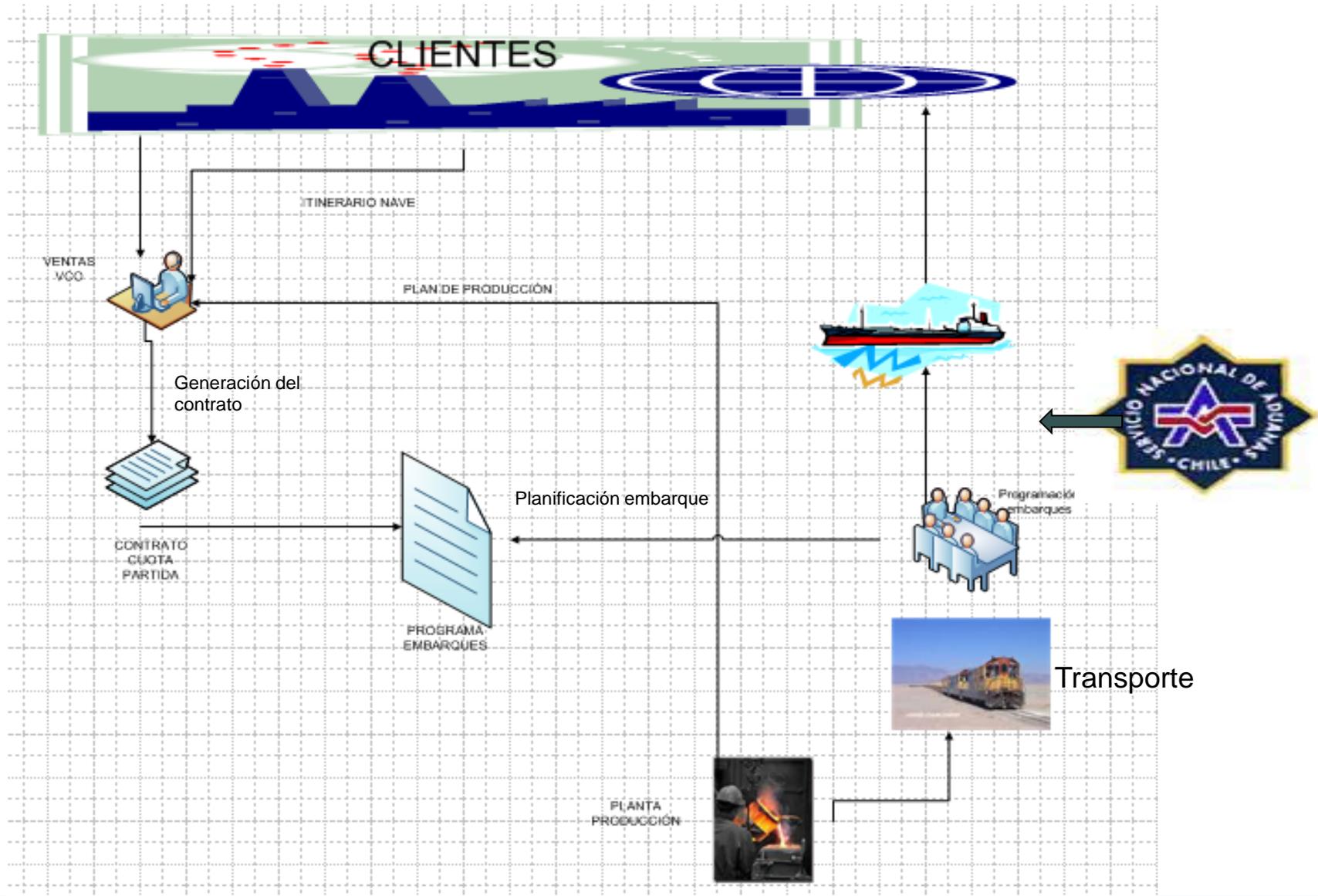
# Conceptualización: Introducción

## El proceso de transporte de cobre



# Conceptualización : Desarrollo

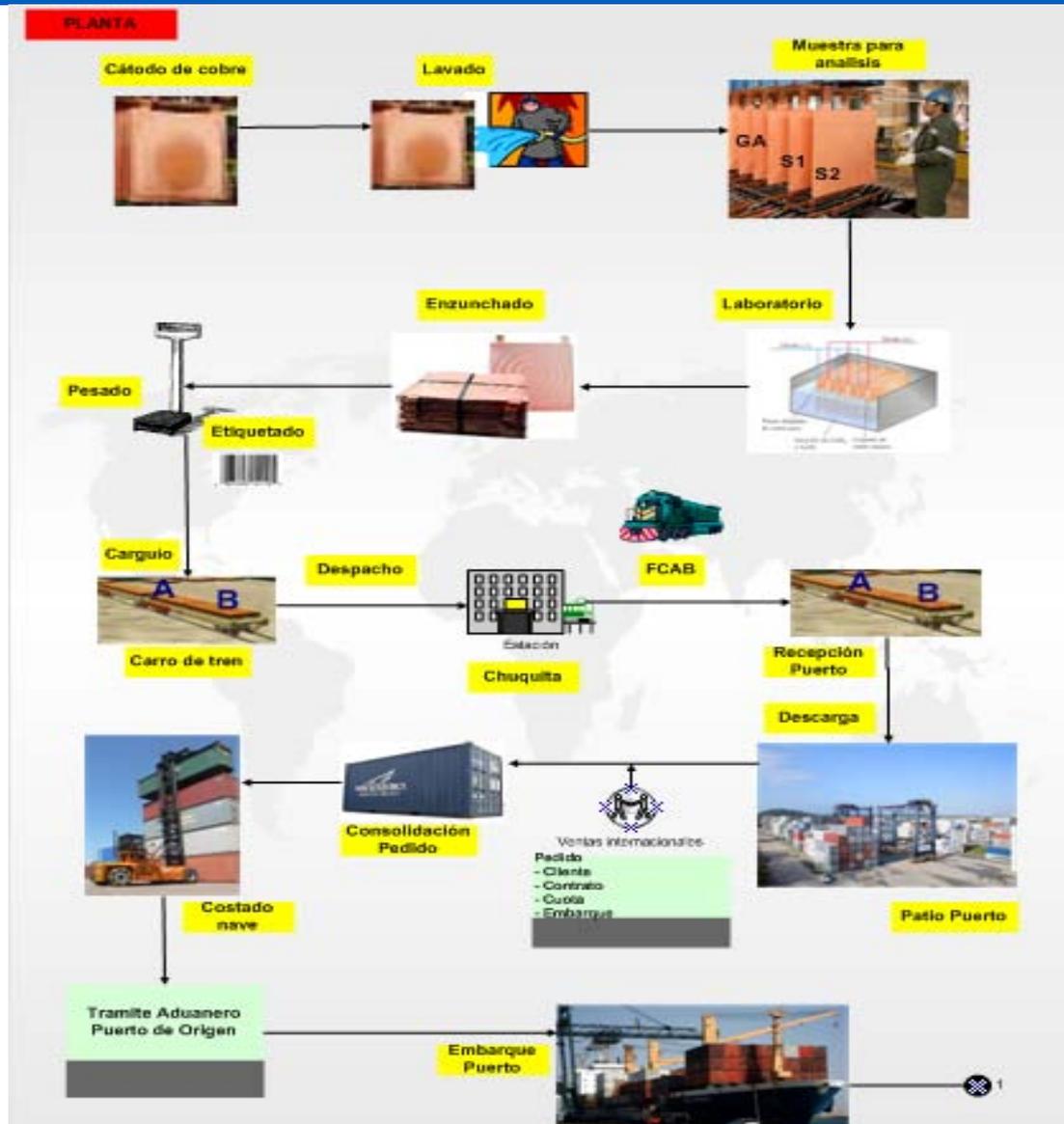
## La visión desde el cliente



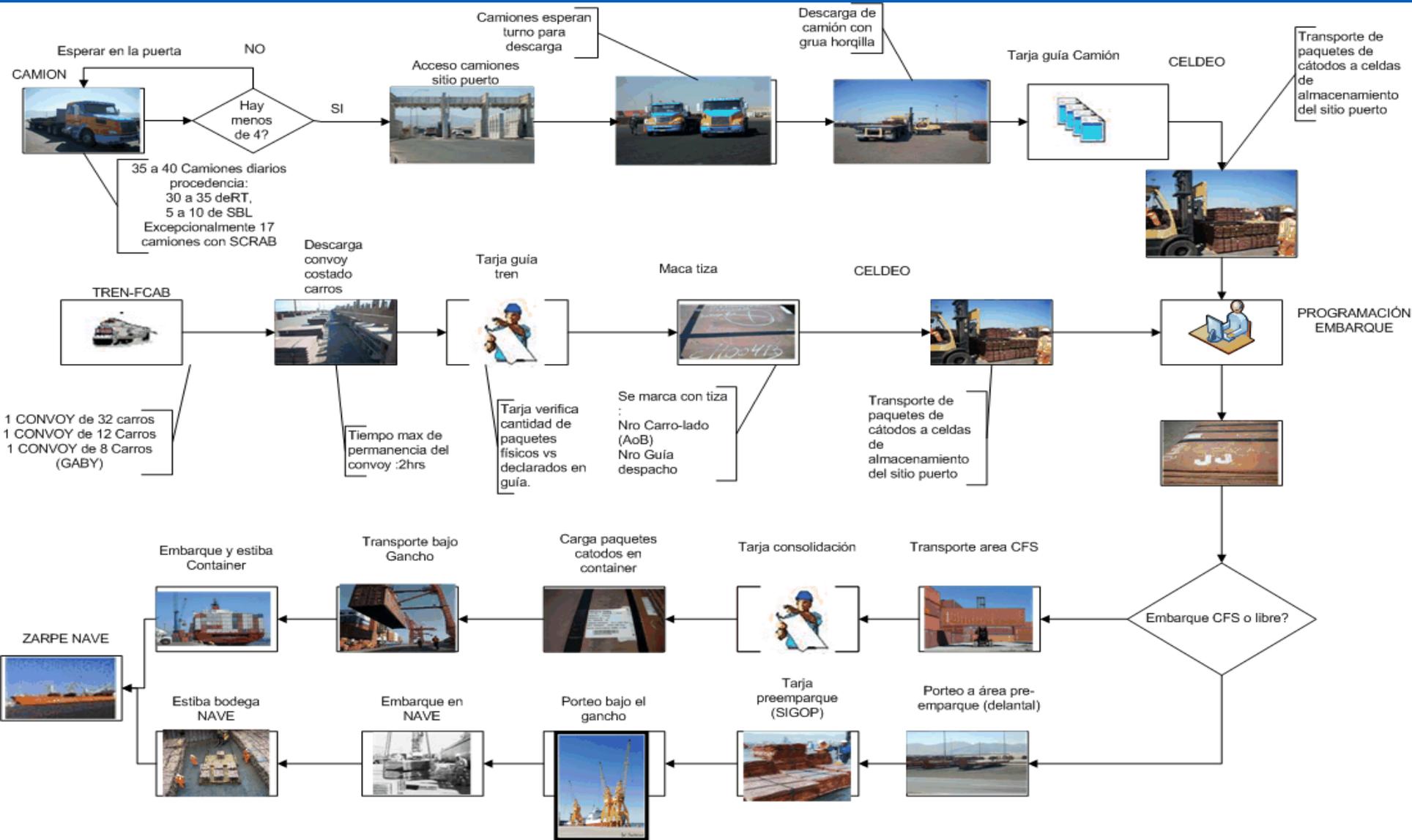
# Características de los productos

Marca	Grado	Piezas por paquete	Dimensiones			Zunchos por paquete (1)	Sello (2)	Cantidad de sellos	Corrugado (3)	Masa Kg
			Largo mm	Ancho mm	Alto mm					
CCCP	A	16	1220	925	390	2	En zuncho		3/1	2700 ±300
CCCP	STD 1	16	1220	925	340	2	Liso	2	No (4)	2700 ±300
CCCP	STD 2	16	1220	925	340	2	Liso	2	No (4)	2700 ±300
CCCP	STD 3	16-24-32(5)	1220	925	340	2	Liso	2	No (4)	2100±900
CCC SX EW	A	35	1100	930	600±100	3	cCc	3	No	2500 ±300
CCC SX EW	STD 1	35	1100	930	600±100	3	Liso	3	No	2500 ±300
CCC SX EW	STD 2	35	1100	930	600±100	3	Liso	3	No	2500 ±300
CCC SX EW	STD 3	35	1100	930	500±200	3	Liso	3	No	2500 ±300
CHUQUI P	A	58	1030	980	600±100	3	CHUQUI P	3	4/2	2400 ± 300
CHUQUI P	STD 1	58	1030	980	600±100	3	Liso	3	Sin relación	2400 ± 300
CHUQUI P	STD 2	58	1030	980	600±100	3	Liso	3	Sin relación	2400 ± 300
CHUQUI P	STD 3	58	1030	980	500±200	3	Liso	3	Sin relación	2400 ± 300
SBL	A	55	1000	990	500±200	3	cCcSBL	3	4/2	2700 ± 300
SBL	STD 1	No se produce								
SBL	STD 2	55	1000	990	500±200	3	STD	3	Sin relación	2700 ± 300
SBL	STD 3	55	1000	990	500±200	3	Liso	3	Sin relación	2700 ± 300
RT	A	60	1000	1000	550±50	3	RT	3	3/1	2400 ±120
RT	STD 1	60	1000	1000	550±50	3	No	--	3/1	2400 ±120
RT	STD 2	60	1000	1000	550±50	3	No	--	3/1	2400 ±120
RT	STD 3	60	1000	1000	550±50	3	No	--	3/1	2400 ±120

# Resumen proceso de transporte actual



# Proceso de transporte y puerto Mejillones

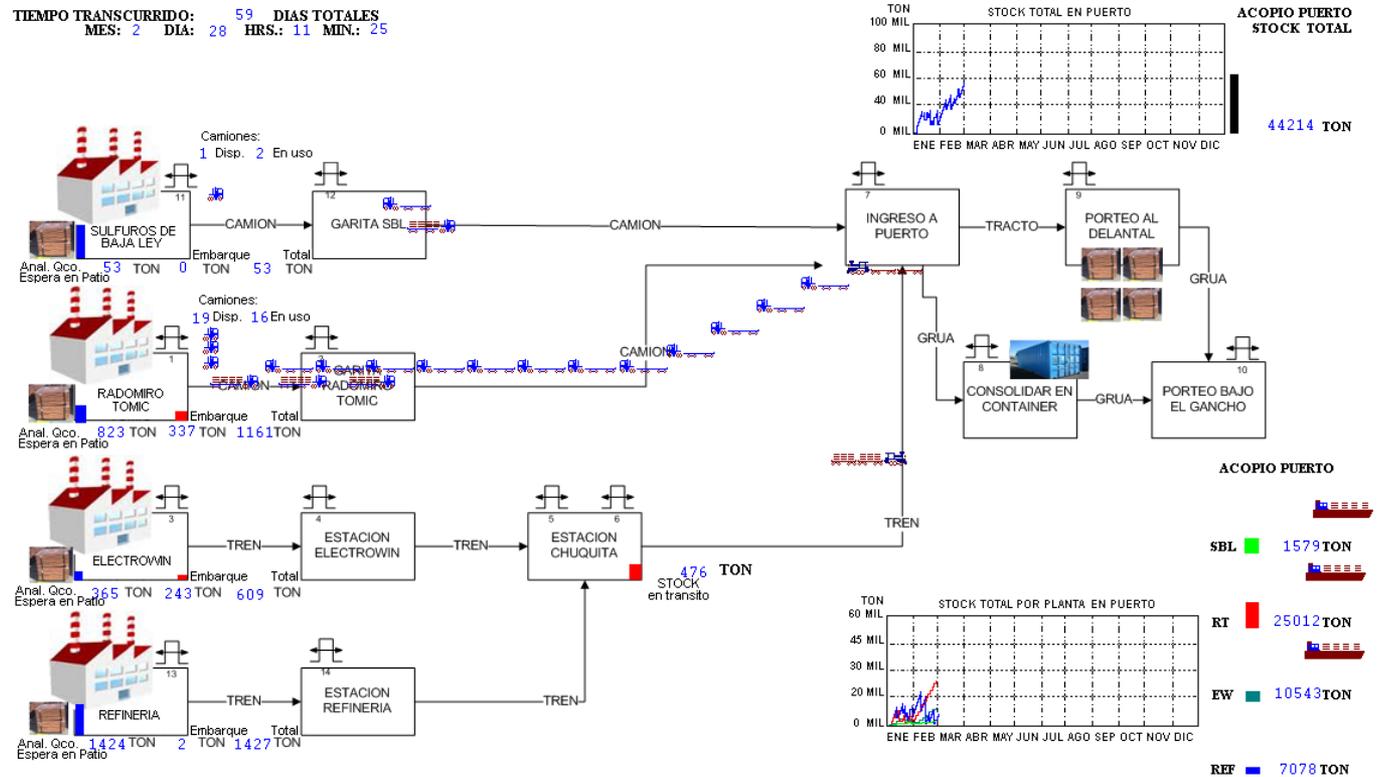


# Costos del proceso actual

<b>Tipo costo / descripción</b>	<b>Costo por Ton métrica</b>
Proceso en planta	POR DETERMINAR
Transportista TREN	US\$15,90
Transportista Camión	US\$15,50
Proceso en puerto	US\$7,68
Costos eventos	POR DETERMINAR
Mermas/pérdidas VCO	US\$0,03
Mayor estadía nave	POR DETERMINAR
Costo diario almacenamiento ton/día	US\$0,01
Toma inventarios (4 al año)	POR DETERMINAR
Errores entrega al cliente	POR DETERMINAR

# Simulador del proceso de transporte

- Diseño del modelo para el simulador
- Confección de tablas de tiempo
- Ingreso de datos históricos
  - Datos STCU



# Análisis datos 2008-2009 para alimentar simulador

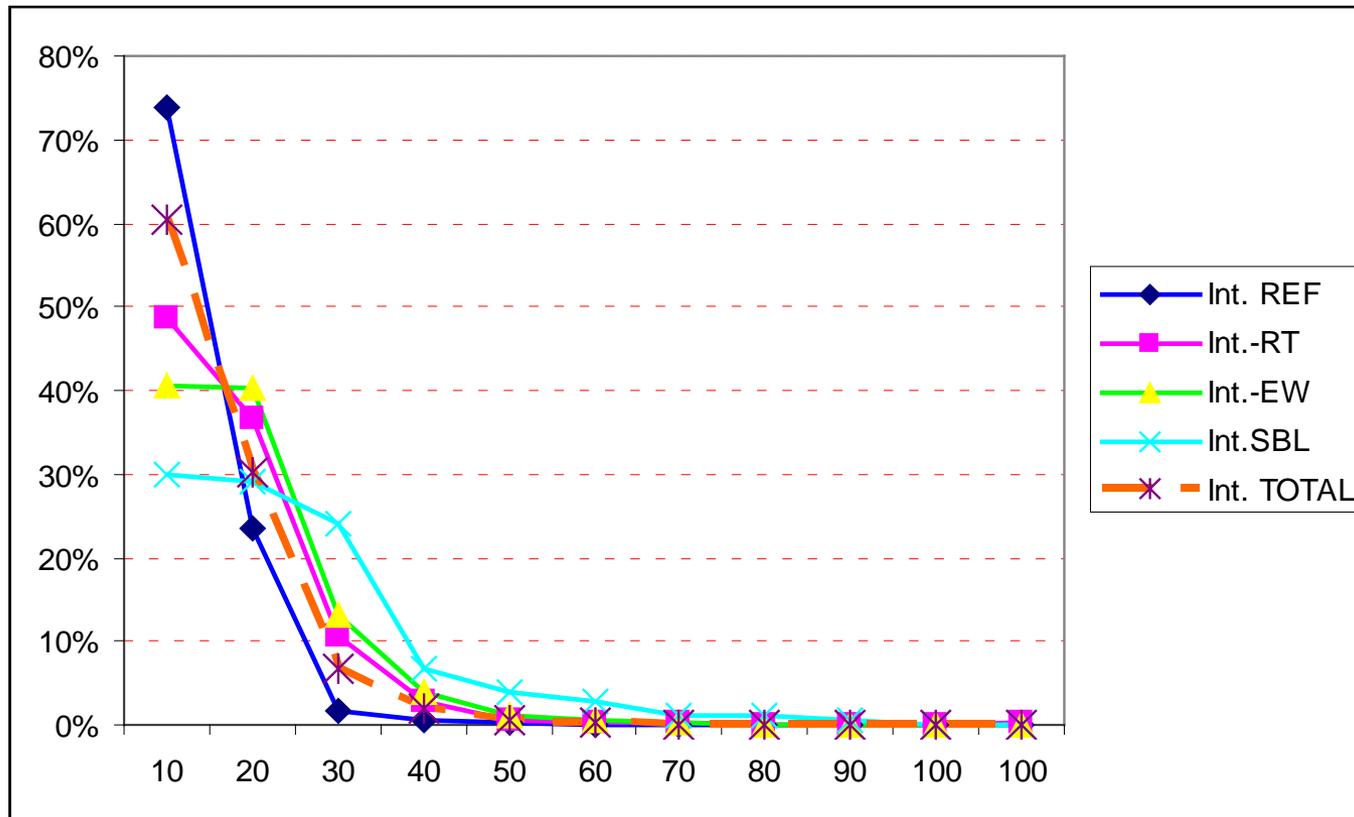
<b>REF - 2008-2009</b>	Incremento Anual	Incremento Mensual	Incremento Diario	Incremento Peso Prom.	Incremento Desv. Peso Prom
Peso	62.601.904	5.216.825	171.512		
Paquetes	24.019	2.002	66		
<b>Incremento %</b>	<b>13,2%</b>			<b>-0,2%</b>	<b>-11,1%</b>
<b>Incremento paquetes %</b>	<b>13,4%</b>				

<b>RT - 2008-2009</b>	Incremento Anual	Incremento Mensual	Incremento Diario	Incremento Peso Prom.	Incremento Desv. Peso Prom
Peso	16.572.434	1.381.036	45.404		
Paquetes	9.762	814	27		
<b>Incremento peso %</b>	<b>5,8%</b>			<b>-2,3%</b>	<b>-6,8%</b>
<b>Incremento paquetes %</b>	<b>8,4%</b>				

<b>EW - 2008-2009</b>	Incremento Anual	Incremento Mensual	Incremento Diario	Incremento Peso Prom.	Incremento Desv. Peso Prom
Peso	-1.611.842	-134.320	-4.416		
Paquetes	504	42	1,4		
<b>Incremento peso %</b>	<b>-1,2%</b>			<b>-2,1%</b>	<b>-24,2%</b>
<b>Incremento paquetes %</b>	<b>1,0%</b>				

<b>SBL - 2008-2009</b>	Incremento Anual	Incremento Mensual	Incremento Diario	Incremento Peso Prom.	Incremento Desv. Peso Prom
Peso	14.523.014	1.210.251	39.789		
Paquetes	5.522	460	15,1		
<b>Incremento peso %</b>	<b>329,7%</b>			<b>-1,7%</b>	<b>-37,3%</b>
<b>Incremento paquetes %</b>	<b>337,3%</b>				

# Análisis corridas simulador



En esta gráfica se observa que existe oportunidad de reducir los días de stock en puerto con una mejor gestión de los inventarios habilitadas con el uso de tecnología RFID que permita mejorar la coordinación del proceso de transporte.

## CONCEPTUALIZACIÓN , CONCLUSIONES :

### Oportunidades de mejora del proceso de transporte

Acción	Síntoma	Cómo se logra la mejora	Cómo se implementa la mejora
Mejorar información del proceso	No hay información para hacer gestión	Captura automática de datos en puntos de control.	Colocar puntos de control que capturan identificador de paquetes de cáodos y registran estatus en puntos clave del proceso.
Reducir costos de transferencias	Muchas tarjas manuales de documentos	Tarja automática.	Lectura automática de identificadores de paquetes y chequeo automático de guía por lotes.
Detección temprana de robos/mermas	Detección tardía de eventos	Puntos de control.	Lecturas de tags en puntos de control y chequeo de peso en grúa horquilla.
Reducir días almacenamiento en puerto	80% de la carga está 10 días en puerto	Inventario en línea.	Mantener inventario Online
Optimizar capacidad de contenedores	Mayor uso de contenedores	Optimizar carga de contenedores	Lectura de peso en etiquetas al consolidar para ajustar peso de la carga.
Reducir errores embarque	El cliente reclama error en producto recibido.	Puntos de control	Chequeo automático de tags con guía de embarque.

# Factibilidad técnica : Introducción

- Etiquetado de paquetes de cátodos en la salida de las plantas con etiquetas RFID class 1 Gen2 tipo flag. Etiquetas pasivas.
- Puntos de control en el proceso de transporte.
- Sistemas de ubicación en tiempo real para monitoreo del transporte de paquetes de cátodos.

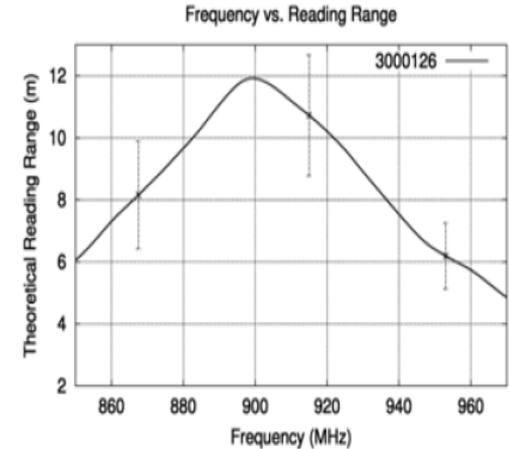
# Factibilidad técnica RFID

- **La identificación por radiofrecuencia (RFID)** es el uso de un objeto (normalmente conocido como una etiqueta RFID) aplicado o incorporado en un producto, animal o persona con el propósito de identificación y seguimiento mediante ondas de radio. Algunas etiquetas se pueden leer desde varios metros de distancia y más allá de la línea de visión del lector. La mayoría de las etiquetas RFID contienen al menos dos partes.
- Una de ellas es un circuito integrado para almacenar y procesar información, modulando y desmodulando una señal de radio-frecuencia (RF), y otras funciones especializadas. La segunda es una antena para recibir y transmitir la señal. En general, existen tres tipos de etiquetas RFID: las etiquetas RFID activas, que contienen una batería y pueden transmitir señales de forma autónoma, las etiquetas RFID pasivas, que no tienen batería y requieren una fuente externa para provocar la transmisión de la señal, y las etiquetas RFID pasivas asistidas por batería (BAP), las que requieren una fuente externa para despertarse, pero tienen una significativa mayor capacidad de enlace directo ofreciendo un gran rango de lectura.
- El estándar EPCglobal [9] define cuatro clases de etiquetas, como clase 1, clase 2, clase 3 y clase 4. Cada clase sucesivamente tiene mayor funcionalidad que la anterior y también es compatible con versiones anteriores. Aparte de estas cuatro clases, a veces la clase 5 también se conoce por los usuarios en la industria, que son los mismos lectores RFID. RFID tiene muchas aplicaciones, por ejemplo, se utiliza en la gestión de la cadena de suministro de la empresa para mejorar la eficiencia del seguimiento del inventario y la gestión.

# Factibilidad técnica – Etiqueta radio frecuencia



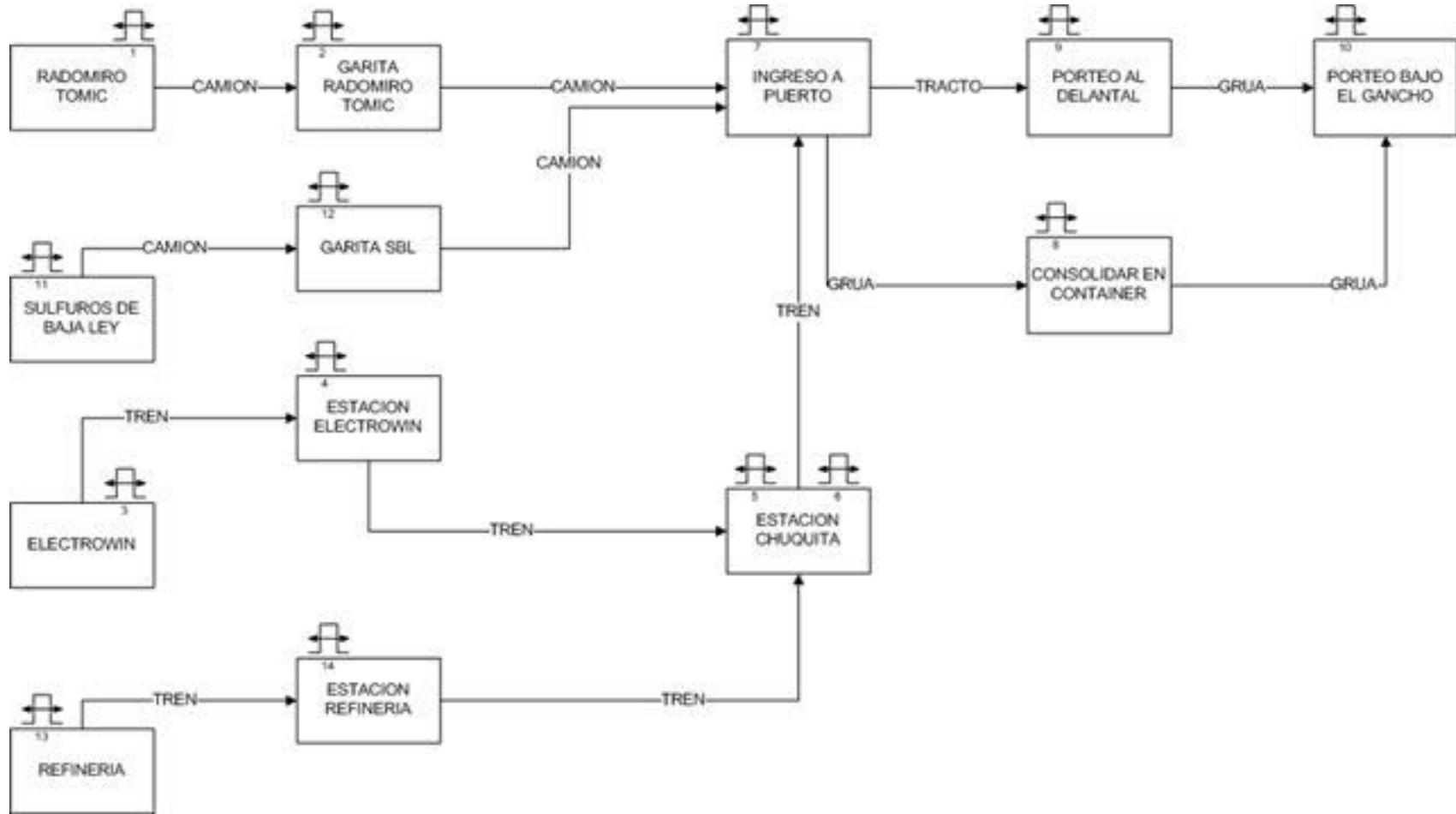
SteelWING G2XM on metal surface



Device type	Class 1 Generation 2 passive UHF RFID transponder
Air interface protocol	EPCGlobal Class1 Gen2 ISO 18000-6C
Operational frequency	865-928 MHz
IC	NXP UCODE G2XM
EPC memory	240 bit
Extended memory	512 bit
Read range	8-10 m / 26-32 ft, reader power 2W ERP
Material	PET
Weight	0,6 g
Delivery format	Single
Tag amount in a box	400pcs (default)
Protection class	IP67
Product is RoHS compliant	

Precio etiqueta:  
entre 0.5 y 2.0  
dólares

# Factibilidad Técnica : Puntos de Control



# Puntos de control del proceso de transporte

1. Identificación del inventario en la planta RT que están listos para transportarse. Leer el tiempo de llegada de los paquetes al área de carga.
2. Registrar la salida del camión cargado desde la planta, le cambia el estado a “inventario en tránsito” y lo descuenta del inventario en planta.
3. Registrar los tiempos de llegada de los paquetes al área de carga en planta ELECTROWIN y ubicación en los carros del tren.
4. Registrar la salida del convoy cargado desde la planta ELECTROWIN hasta la estación CHUQUITA. Se registra el cambio de estado de los paquetes “En tránsito hacia CHUQUITA” y se descuenta del inventario anterior.
5. Leer y registrar el tiempo de llegada de los paquetes a estación CHUQUITA comparar cantidades con la guía de despacho. Cambiar el estado de los paquetes a “De paso en estación CHUQUITA”.
6. Registrar el tiempo de salida de los paquetes en FAB. Cambiar el estado de los paquetes a “En tránsito FCAB”.
7. Leer y registrar el tiempo de llegada de los paquetes al puerto, comparar cantidades con la guía de despacho, registrar el cambio de estado a “inventario en patio puerto”

# Puntos de control proceso de transporte

8. Leer y registrar el tiempo de llegada a CONSOLIDACION cambia el estado, el producto salió del patio y está en tránsito y consolidado.
9. Leer y registrar la llegada de los paquetes al DELANTAL, se cambia el estado de los paquetes por “En porteo al delantal”, se chequea la guía de embarque.
10. Leer y registrar llegada a sector costado de la nave BAJO EL GANCHO. Cambiar el estado de los paquetes a “Embarcados”.
11. Identificación del inventario en la planta SBL que están listos para transportarse. Leer el tiempo de llegada de los paquetes al área de carga.
12. Registrar la salida del camión cargado desde la planta SBL, le cambia el estado a “inventario en tránsito” y lo descuenta del inventario en planta.
13. Registrar los tiempos de llegada de los paquetes al área de carga en REFINERIA y ubicación en los carros del tren.
14. Registrar la salida del convoy cargado desde la planta ELECTROWIN hasta la estación CHUQUITA. Se registra el cambio de estado de los paquetes “En tránsito hacia CHUQUITA” y se descuenta del inventario anterior.

# Factibilidad tecnológica : desarrollo

## GRÚA Horquilla con pesómetro

**YALE VERACITOR GP30  
TK NUEVA**

**3,0 Toneladas**

LPG Gasolina Gas Liquado  
Instalado , Motor Mazda FE  
Direccion Hidrostatica  
Transmision Automatica por  
convertidor de torque Mastil  
Triplex Hi Vis 4,805 Mts con  
desplazador. Horómetro y  
pesometro digital. Neumaticos  
inflados Manual de partes y  
operación Completo tablero de  
instrumentos y equipo de  
seguridad.

**Garantia 12 meses / 2.000  
hrs. Yale Chile**



# Factibilidad Técnica : Conclusiones

- Implementar central de monitoreo del proceso de transporte de cobre.
- Identificar los paquetes de cátodos con etiquetas RFID pasivas tipo flag EPC class 1 Gen2
- Implementar portales de lectura en puntos de control propuestos.
- Registrar rutas de transporte mediante sistema GPS
- Controlar el peso de los paquetes con grúas horquilla que pesan y verifican que el peso coincide con aquel registrado en la etiqueta.

# Factibilidad económica costos

## Costos fijos

- RRHH
- Infraestructura y Servicios
- Equipamiento industrial
- Equipamiento TIC
- Gastos varios

## Costos variables

- Costos etiquetas
- Costos de  
mantención/suporte
- Costos operación

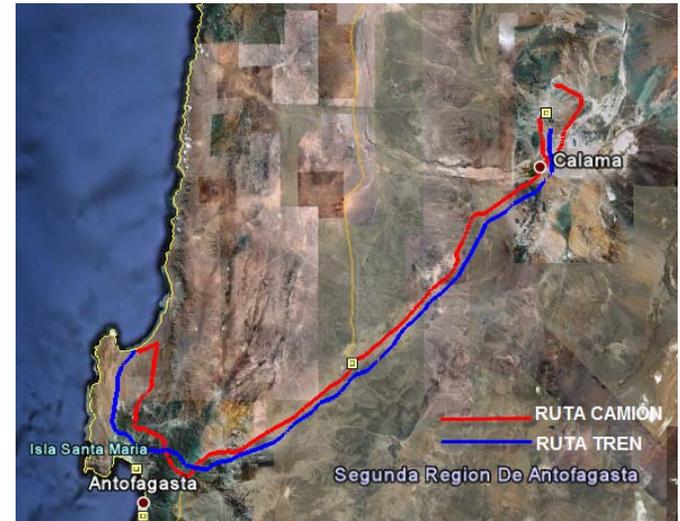
# Factibilidad Económica: Beneficios: ahorros/metras

Tipo beneficio / descripción	Beneficio por Ton métrica us\$
Reducción costos directos de operación	
Proceso en planta	0,050
Transportista	0
Proceso en patio puerto	0,200
Mejor aprovechamiento contenedor	0,100
Disminución costo eventos, reposicionamiento, errores.	0,050
Costo de almacenamiento en puerto	0,150
Reducción mermas/pérdidas	0,03
Reducción eventos mayor estadía nave	0,015
Reducción costos toma inventarios control stock	0,036
Eliminar errores entrega al cliente	0,050
<b>TOTAL USD/Ton</b>	<b>0.731</b>

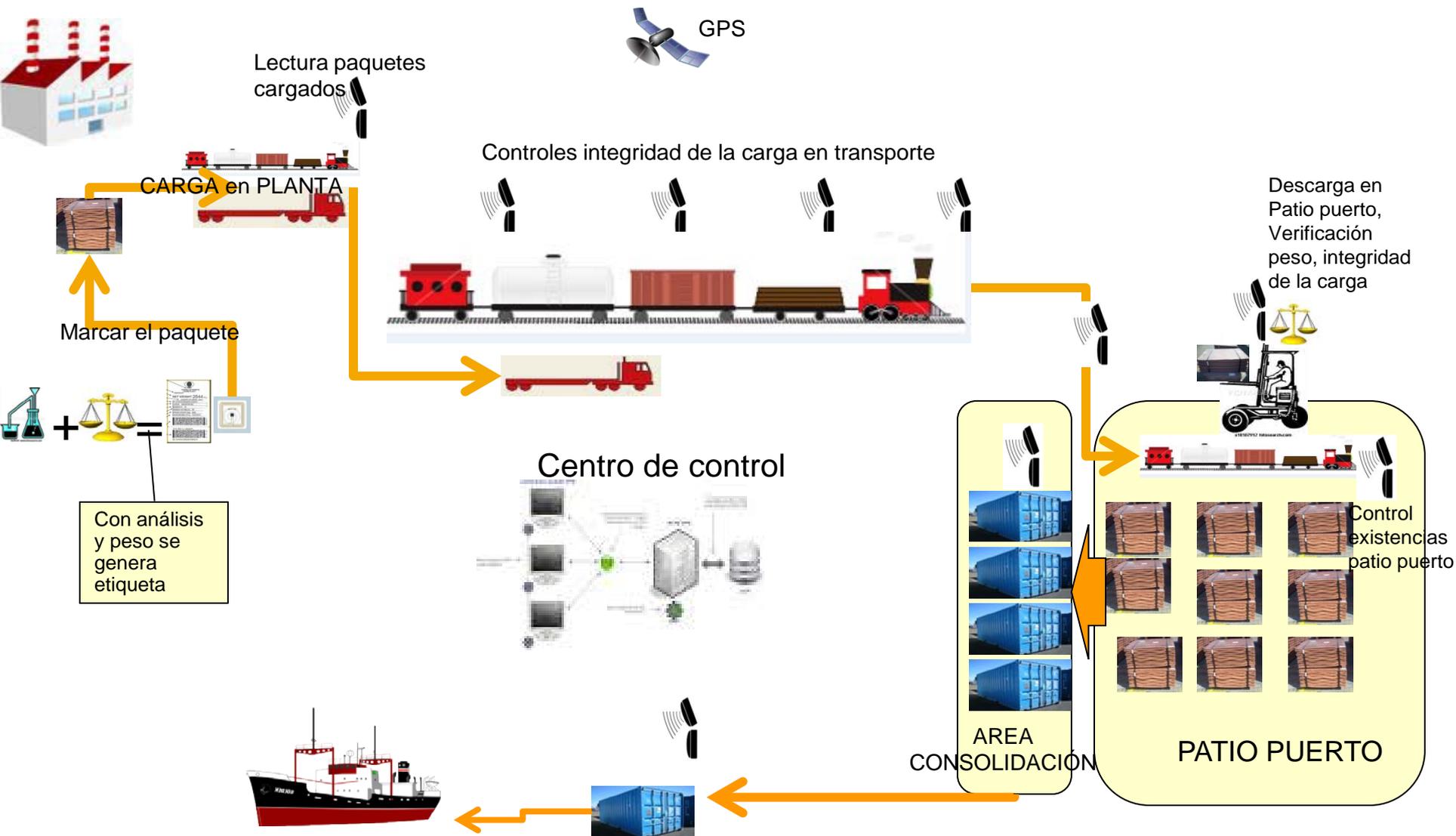
# Diseño prototipo : introducción

## Instalar sistema de seguimiento basado en RFID en ruta Tren y Camión. Chuqui y RT

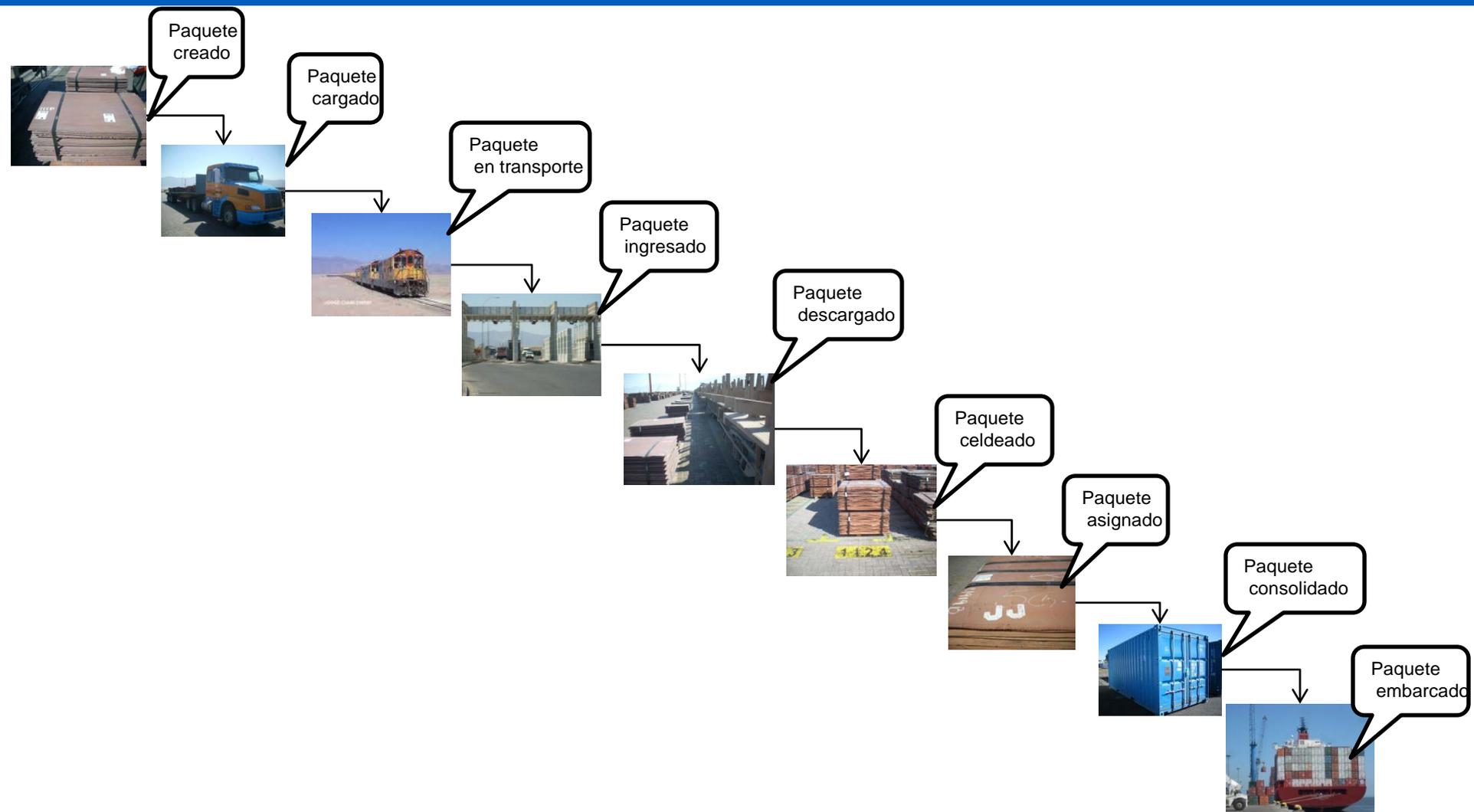
- Diseño y prueba etiquetado de etiquetas para paquetes de cátodos.
  - Definir etiquetas (tipo, potencia, capacidad, material, resistencia a medio ambiente, norma)
  - Probar ubicación modos de adherencia.
  - Probar calidad y fidelidad de la lectura estática y en vehículos en movimiento.
- Fabricar e instalar y habilitar infraestructura seguimiento.
  - Fabricar postes para antenas
  - Instalar, habilitar y probar antenas y postes en puntos de control.
  - Habilitar recolección, transmisión y almacenamiento de datos.
  - Habilitar GPS y TAGS camiones y tren.
  - Preparar grúas horquilla con lectores y pesómetro.
  - Instalar antenas para toma de inventario en patio puerto.
  - Instalar antena en muelle puerto.
- Diseño y construcción sistema computacional de apoyo a trazabilidad y control del proceso de transporte.
  - Diseñar , programar y probar sistema de trazabilidad.
  - Diseñar, programar y probar sistema paneles de seguimiento y control.
  - Diseñar, programar interfaces con STCU.
  - Diseño, construcción y pruebas programa asignación de embarque.
  - Diseño, construcción y pruebas programa inventario de producto final distribuido.
- Puesta en marcha y operación del prototipo.
- Modificaciones
- Conclusiones para el escalamiento industrial.



# Diseño prototipo: el modelo conceptual del sistema de trazabilidad de alta confiabilidad



# Prototipo : Estados de un paquete de cátodos



# Atributos para trazabilidad

- Numero único de identificación.
- Identificación del origen:
  - (País, empresa, planta)
- Tipo de producto o calidad.
- Fecha producción.
- Peso neto del cobre.
- Peso del paquete enzunchado.
- Cantidad de cátodos del paquete.
- Estado del paquete, fecha-hora del estado.
- RUTAS GPS



# Otras variables para trazabilidad

## Ruta GPS

**Usando un GPS en el transporte, se inicia una ruta en la salida de CODELCO Norte, al llegar el transporte al puerto se cierra esta ruta que se transmite y adjunta a la guía de despacho.**

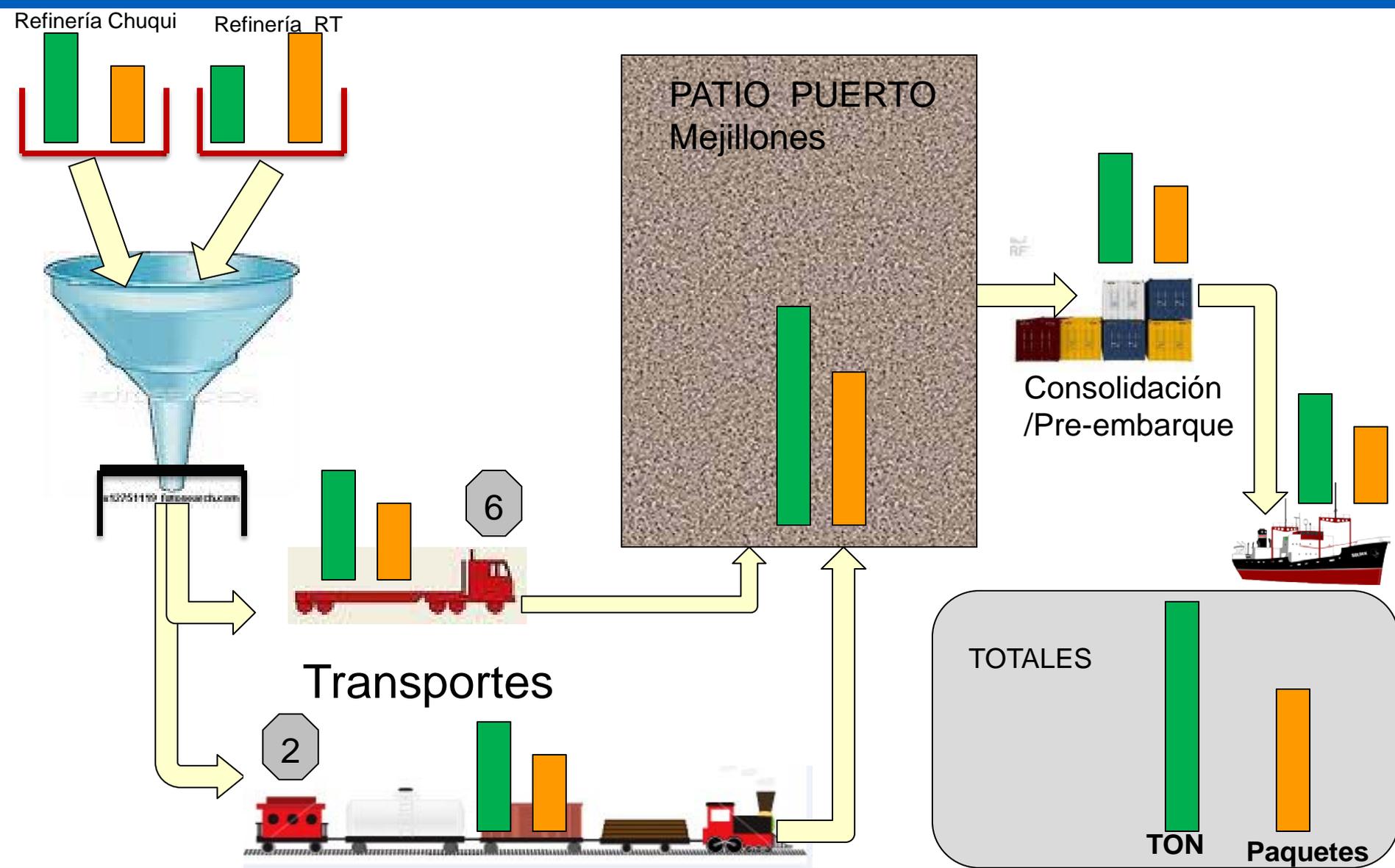
**De esta forma es posible conocer los detalles de la ruta para todos los paquetes de la guía.**

# Prototipo: Traza de un paquete de cátodos

LOTE-ID	Origen	MARCA	Producto	Fecha hora	Peso neto	Peso bruto	Nro piezas
CN-EWO-09022010E-062-61	Chile	CHUQUIP	A	05-jun-10-10:22	2644	2646	58

Estado	Fecha -hora	Indicador	atributo
CREADO	05-jun-2010; 10:22	OK	
CARGADO	05-jun-2010; 14:16	OK	Mat.Camión/convoy-vagón-lado
TRANSPORTE control en ruta 1	05-jun-2010; 14:54	OK	
TRANSPORTE control en ruta 2	05-jun-2010; 15:36	OK	
TRANSPORTE control en ruta 3	05-jun-2010; 16:23	OK	
INGRESADO	05-jun-2010; 18:16	OK	
DESCARGADO	05-jun-2010; 19:12	retraso	
CELDEADO	05-jun-2010; 19:27	OK	
ASIGNADO	08-jun-2010; 17:46	OK	Contrato-cuota-partida-nave
EMBARCADO	09-jun-2010; 22:11	OK	Ubicación bodega nave

# Prototipo : Visualización inventario distribuido



# Prototipo: Monitoreo proceso de transporte

05-Jun-2010 11:35:05

Transporte terrestre Convoy / Camión	Origen	Salida	Pto. Control	ETA	Estado Carga	Estado Itinerario	Costo KUS
<u>Geminis.AXDS232</u>	REFRT	05-jun-10 06:34:54	3				--
<u>Geminis.BDGS475</u>	REFRT	05-jun-10 07:14:21	3				2,5
<u>Geminis.CARD543</u>	REFRT	05-jun-10 07:44:54	2				0
<u>Geminis.AZDS4598</u>	REFCH	05-jun-10 07:46:22	2				0
<u>Geminis.DAEW7231</u>	REFRT	05-jun-10 08:34:54	2				1,7
<u>FCAB.1004</u>	REFCH	05-jun-10 08:34:54	3				0
<u>Geminis.ADSE5345</u>	REFCH	05-jun-10 08:34:54	3				25
<u>FCAB.1123</u>	REFCH	05-jun-10 09:34:54	1				5
<u>Geminis.BDHL9675</u>	REFRT	05-jun-10 09:34:54	2				0
<u>Geminis.CJPO5463</u>	REFRT	05-jun-10 10:34:54	1				0
<u>Geminis.AEPH9361</u>	REFRT	05-jun-10 11:34:54	—				0



Sin fallas



Fallas menores



Fallas graves



Sin información

# Prototipo : Monitoreo Embarques

05-Jun-2010 11:35:05

Cliente-contrato – cuota - partida	NAVE	ETA	Consolidado	ETD	Estado Carga	Estado Itinerario	Costo KUS
<u>POONSAN– S8F301-DIC</u>	SANTA ANABELLA	05-jun-10 06:34:54		01-jul-10 08:34:54			--
<u>HANGZHOU-CH9C307-MAR</u>	CAPBONAVIS TA	12-jun-10 07:14:21		08-jul-10 08:34:54			2,5
<u>TAI I JIANG-CH9C302-ABR</u>	CCNI SHENZHEN	19-jun-10 07:44:54		15-jul-10 08:34:54			0
	REFCH	26-jun-10 07:46:22		22-jul-10 09:34:54			0
<u>TAI I JIANG- CH9C302-ABR</u>	MONTE ACONCAGUA	01-jul-10 08:34:54		29-jul-10 10:34:54			1,7
<u>ZHEIJIANG HAILLIANG CO-CH9349-ABR</u>	CCNI RIMAC	08-jul-10 08:34:54		S/I			0
<u>FOGANG KINGBOARD-CH9C399-MAY</u>	MSC TOLEDO	15-jul-10 08:34:54		S/I			25
<u>SHANDOG TIAN YUAN-CH9C354-JUN</u>	MSC TOBA	22-jul-10 09:34:54		S/I			0
<u>ASIA STEEL-CH9C317-JUN</u>	HUANGPU	29-jul-10 10:34:54		S/I			0



Sin fallas



Fallas menores



Fallas graves



Sin información

# Conclusiones

- El monitoreo de los cátodos de cobre desde la planta a la bodega de la nave es factible con las tecnologías RFDI existentes.
- La calidad y confiabilidad del despacho de cátodos de cobre mejoraría sustancialmente, con los siguientes beneficios:
  - Incremento de la seguridad del transporte.
  - Mejoras en la gestión del inventario de productos terminados.
  - Menor tiempo en inventario de productos terminados.
  - Flexibilidad en el embarque (cambios de último momento)
  - Mejor servicio a los clientes (confianza)
  - Menor valor de seguros (reduce eventos de mermas)
  - Facilidad para seguimiento eventos de pérdidas o robos.