

ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS PARA LA FORMACIÓN DE HIELO, COMO MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL COSTE ECONÓMICO Y DEL IMPACTO EN EL MEDIOAMBIENTE, UTILIZANDO UN SISTEMA DE CONTROL DE SALINIDAD EN CALZADA SECA

- **Sergi Nieto Ruiz**
- Jefe Coex
- UTE Conservación Lleida
- snietorui@alvacmarcorebro.es



U.T.E. CONSERVACION LLEIDA

0. CONTENIDO

- 1. Introducción.**
- 2. Ubicación del sector y antecedentes.**
- 3. Procedimiento para determinar la cantidad de sal residual en calzada seca.**
- 4. Análisis de los datos existentes.**
- 5. Conclusiones.**

1. INTRODUCCIÓN

La climatología del sector permite disponer de un número significativo de días con viento del N o NE que mantiene temperaturas bajas pero la calzada seca.

La experiencia nos permite afirmar que la permanencia del fundente en calzada seca resulta notablemente superior al caso de calzada húmeda, especialmente en el caso de empleo de salmueras.

Las posibles consecuencias de un hipotético accidente en el que el conductor denuncie una supuesta presencia de hielo cuando nosotros no hayamos realizado el pertinente tratamiento preventivo, provocan que acabemos realizando este tratamiento con la finalidad de cubrirnos ante posibles reclamaciones.

1. INTRODUCTION

Determinar la concentración de sal residual existente sobre calzada seca, podría reducir la necesidad de realización de tratamientos preventivos.

Esta reducción supondría una disminución de costes, tanto de aplicación del tratamiento como de durabilidad del pavimento.

Mediante este estudio trataremos de determinar las tendencias que manifiestan las mediciones realizadas y las variables que intervienen tanto en la permanencia de la sal residual como en los resultados de las mediciones realizadas.

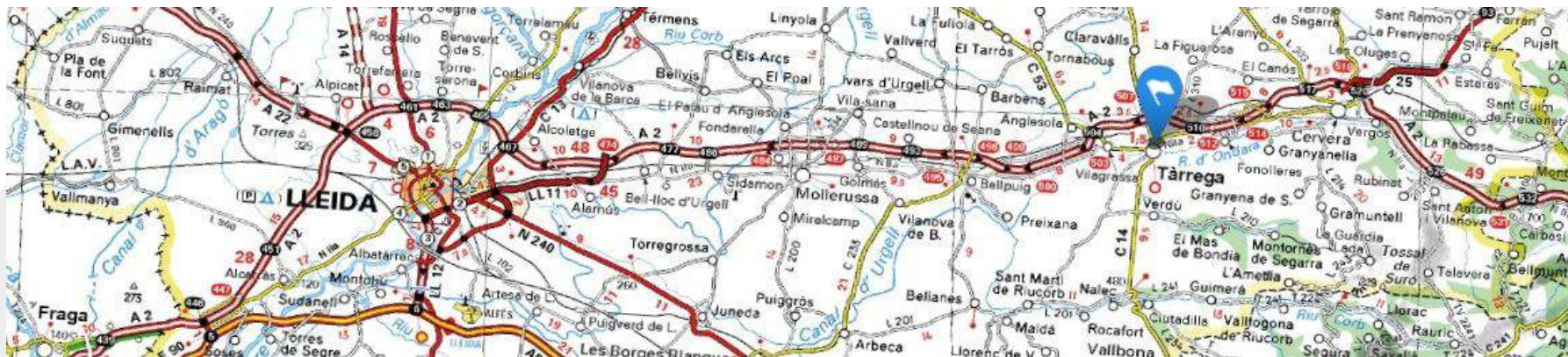
2. UBICACIÓN DEL SECTOR Y ANTECEDENTES.



Autovía A-2, principal vía de conexión entre las ciudades de Barcelona y Madrid y del tráfico de mercancías entre ambas poblaciones.

I.M.D. 33.000 vehículos/día

32% vehículos pesados



2. UBICACIÓN DEL SECTOR Y CARACTERÍSTICAS.

Climatología

Temperatura media anual: 14,7°C. Temperatura media mensual del mes de enero: 5,3°C, mientras que para el mes de agosto es de 24,7°C

Precipitación media anual: 369 mm

Número medio anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm: 46.

Mes más lluvioso: mayo; mes menos lluvioso: julio.

Número medio anual de días de nieve: 1 (enero)

Número medio anual de días de niebla: 53

Número medio anual de días de helada: 37

2. UBICACIÓN DEL SECTOR Y CARACTERÍSTICAS.

Campaña invernal 2012-13

Tratamientos preventivos para la formación de hielo : 61. Enero: 22 actuaciones.

Longitud tratada: 5.053 km de vías

Recorrido camiones en tratamiento: 34.621,12 km según GPS embarcados.

Fundentes empleados en tratamientos preventivos:

604 t de NaCl

1.300.836 l de salmuera de NaCl

Tratamientos curativos en tres pequeños temporales de nieve, acontecidos los días 23 de febrero, 13 de marzo y 29 de abril

2. UBICACIÓN DEL SECTOR Y CARACTERÍSTICAS.

Tabla 1 – Perturbaciones al tráfico deseables debidas a la nieve y al hielo, para vía con nivel de servicio 1 (NS-1)

NIVEL DE SERVICIO	CONCEPTO	FENOMENO METEOROLOGICO	PERTURBACIONES AL TRÁFICO DESEABLES DEBIDAS A LA NIEVE Y AL HIELO								
			CORTE DE LA CIRCULACIÓN A VEHÍCULOS PESADOS		CIRCULACIÓN CON CADENAS PARA VEHÍCULOS LIGEROS		CORTE DE LA CIRCULACIÓN A TODOS LOS VEHÍCULOS		BLOQUEO DE LA CALZADA		LIMPIEZA MARGENES
			NÚMERO	DURACIÓN	NÚMERO	DURACIÓN	NÚMERO	DURACIÓN	NÚMERO	DURACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DESDE QUE TERMINA DE NEVAR
NS-1	En este nivel no se admitirán situaciones de bloqueo de la calzada ni corte de la circulación a todos los vehículos. Con este fin se aplicará la medida de cortar la circulación de vehículos pesados y restringir el paso a ligeros con cadenas siempre que sea preciso, procurando reducir al mínimo el tiempo de restricción.	NIEVE	INDETERMINADO	t+2h.	INDETERMINADO	t+2h.	0	-	0	-	6 HORAS
		HIELO	0	-	0	-	0	-	0	-	

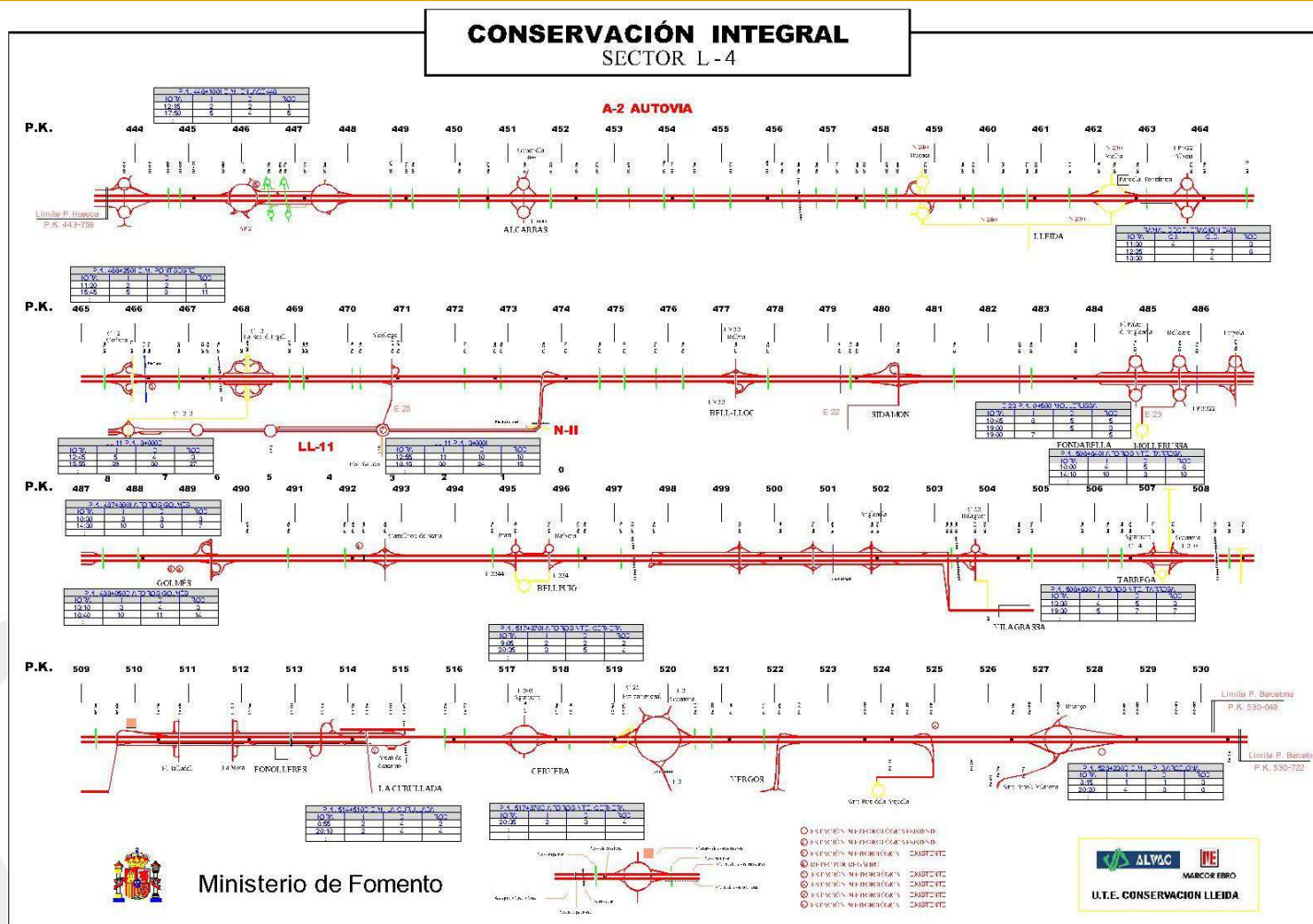
3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE SAL RESIDUAL EN CALZADA SECA.

Se ubicaron en la traza del sector 16 puntos de control con diferentes características de tráfico, pavimento (mezcla abierta o cerrada), y tipo de tratamiento preventivo (sal sólida o salmuera), en las proximidades de estaciones de aforo o meteorológicas.

Mediante un medidor de salinidad (Sobo 20) se procede a realizar tres mediciones en cada punto de control: una en el carril exterior, otra en el interior y la última en la rodera del carril exterior, por cada turno de vigilancia.

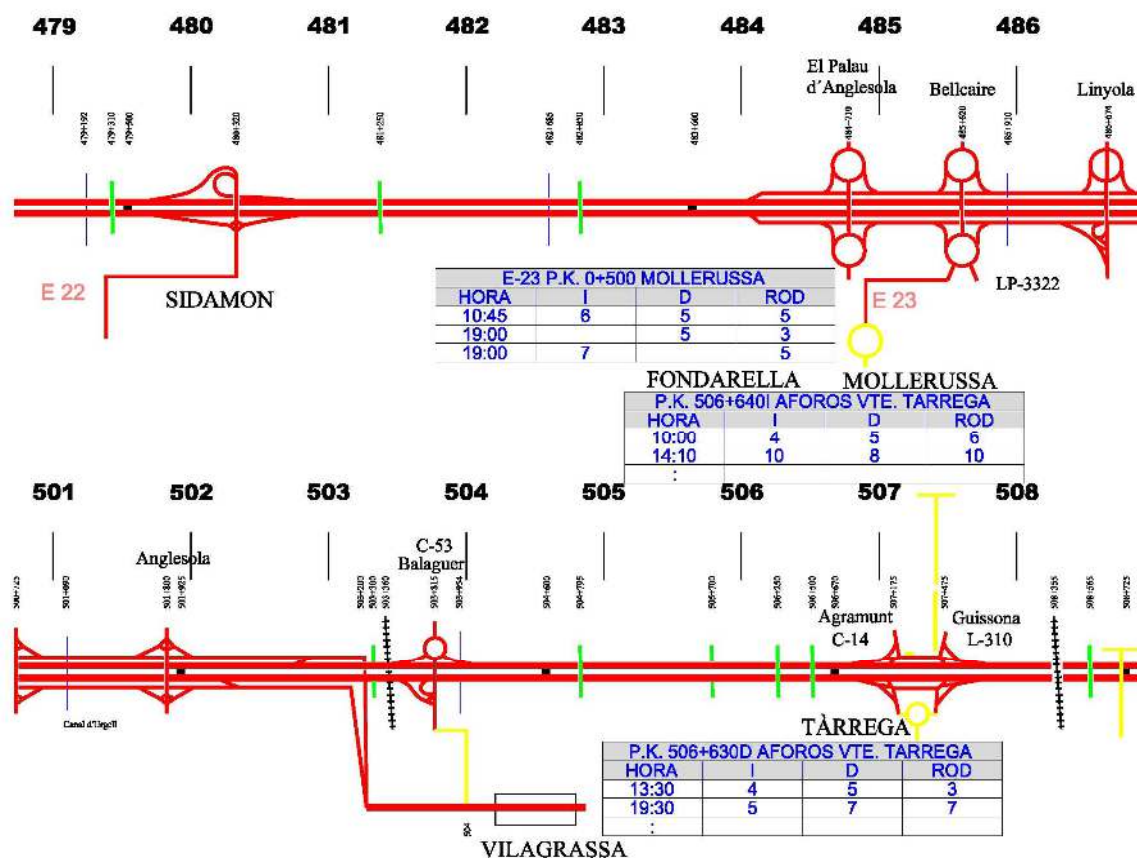
En la pasada campaña invernal se realizaron más de 7.000 mediciones, continuándolas en la actualidad.

3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE SAL RESIDUAL EN CALZADA SECA.



3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE SAL RESIDUAL EN CALZADA SECA.

Tabla 1 – Fragmento de plano con los datos registrados para el día 9 de enero de 2013, en el que se registró una densa niebla, con temperaturas máximas de 3 °C y mínimas de -4 °C, con calzada húmeda



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

En la determinación de la cantidad de sal residual intervienen una gran cantidad de variables (temperatura, humedad, tráfico, tipo de pavimento).

En las gráficas, se ha limitado la cantidad máxima de sal residual a 15 g/m² por comodidad de visualización.

Muchas discontinuidades en las gráficas se deben a la ausencia de datos (averías medidor, atención a accidentes o incidentes).

El eje de ordenadas corresponde a la cantidad de sal residual registrada en g/m², mientras que el eje de abcisas corresponde a las fechas.

4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

4.1. Análisis de los datos para un mismo punto de control

4.1.1. Registros de sal residual en función de los turnos de medición.

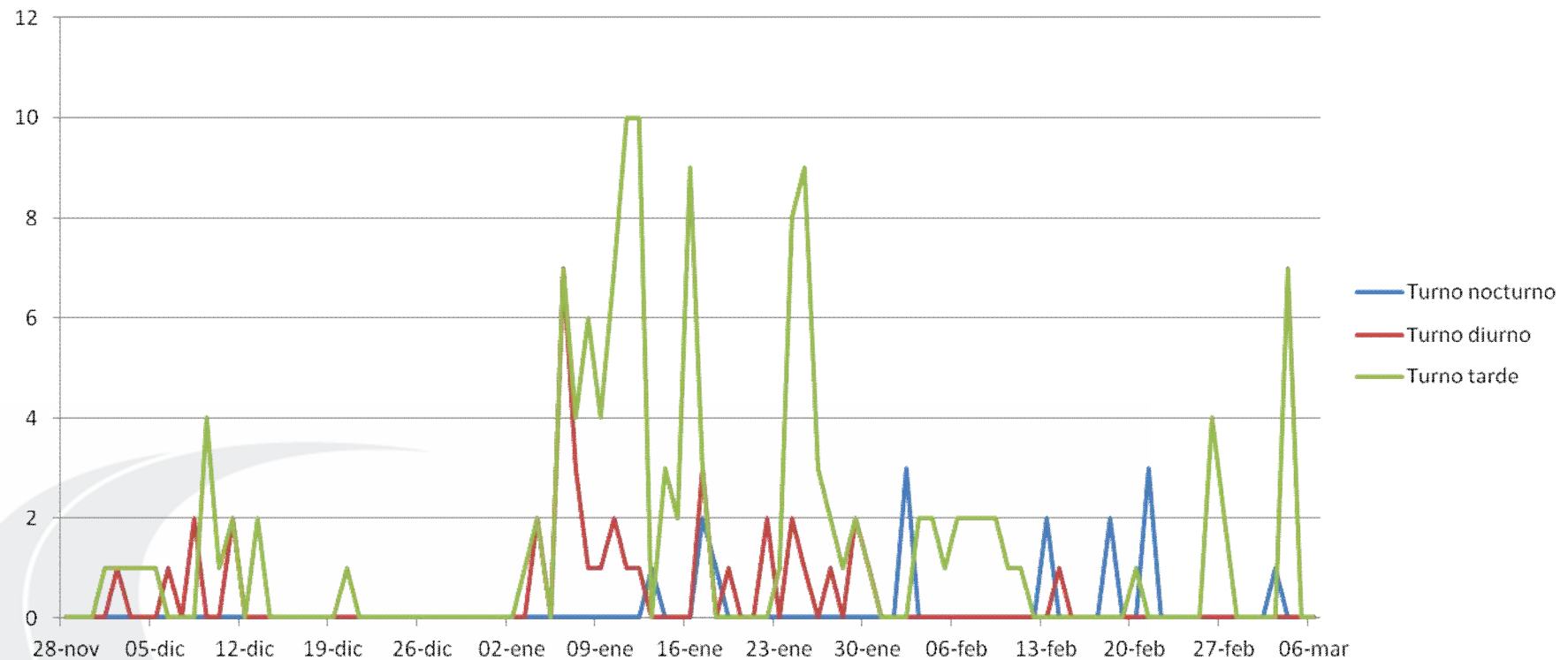
A pesar que el medidor de salinidad realiza una corrección de la medición en función de la temperatura exterior, se comprueba que existe una importante variación de las mediciones en función del turno que las realiza.

Los valores más altos corresponden a las mediciones realizadas en el turno de tarde (turno 3, entre las 14 y las 22 horas), cuando éstas son las más distantes en el tiempo desde que se realizara el tratamiento preventivo previo.

Esta tendencia se repite en los diferentes puntos de control, independientemente del tipo de mezcla del pavimento o del tráfico, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

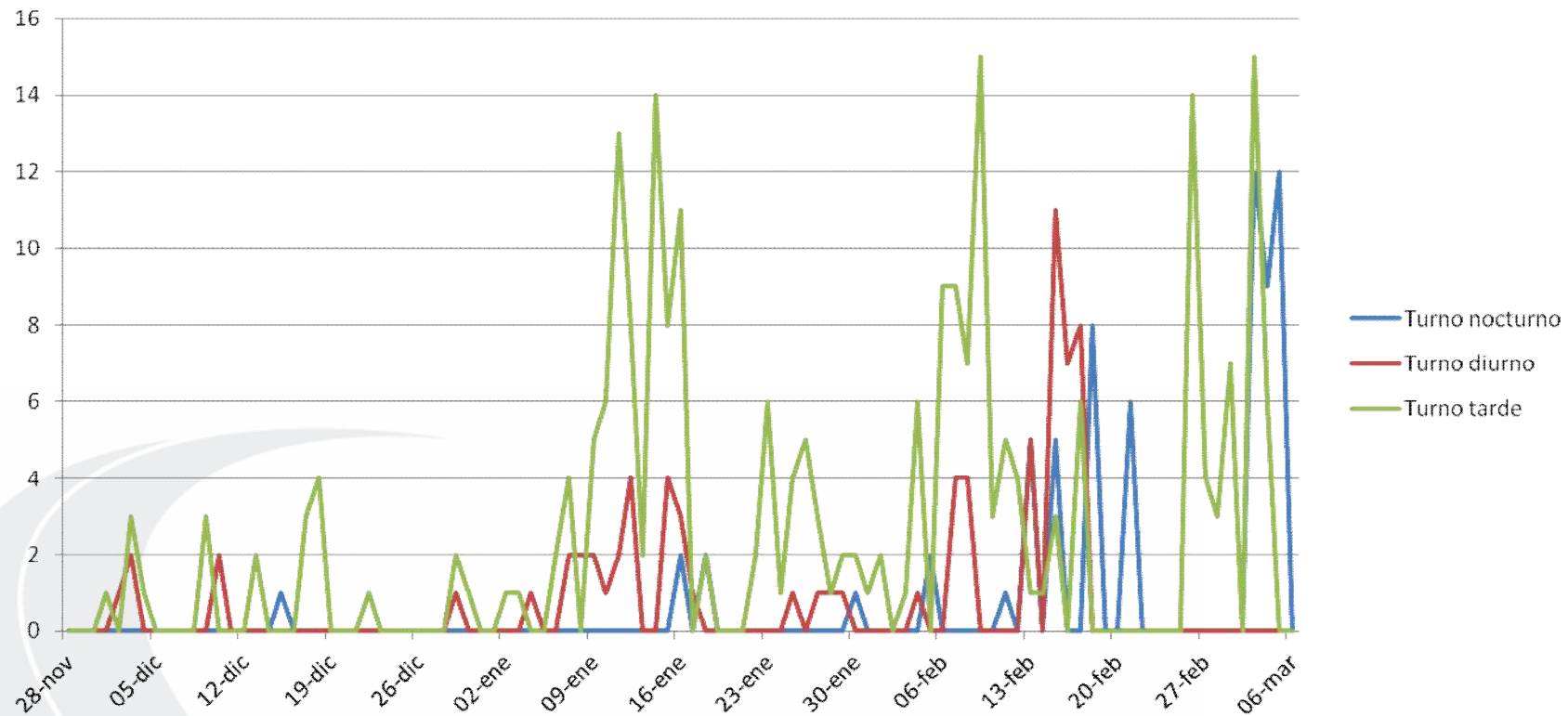
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por turno en mezcla abierta, con empleo de salmuera, carril izquierdo, p.k. 528+230-D



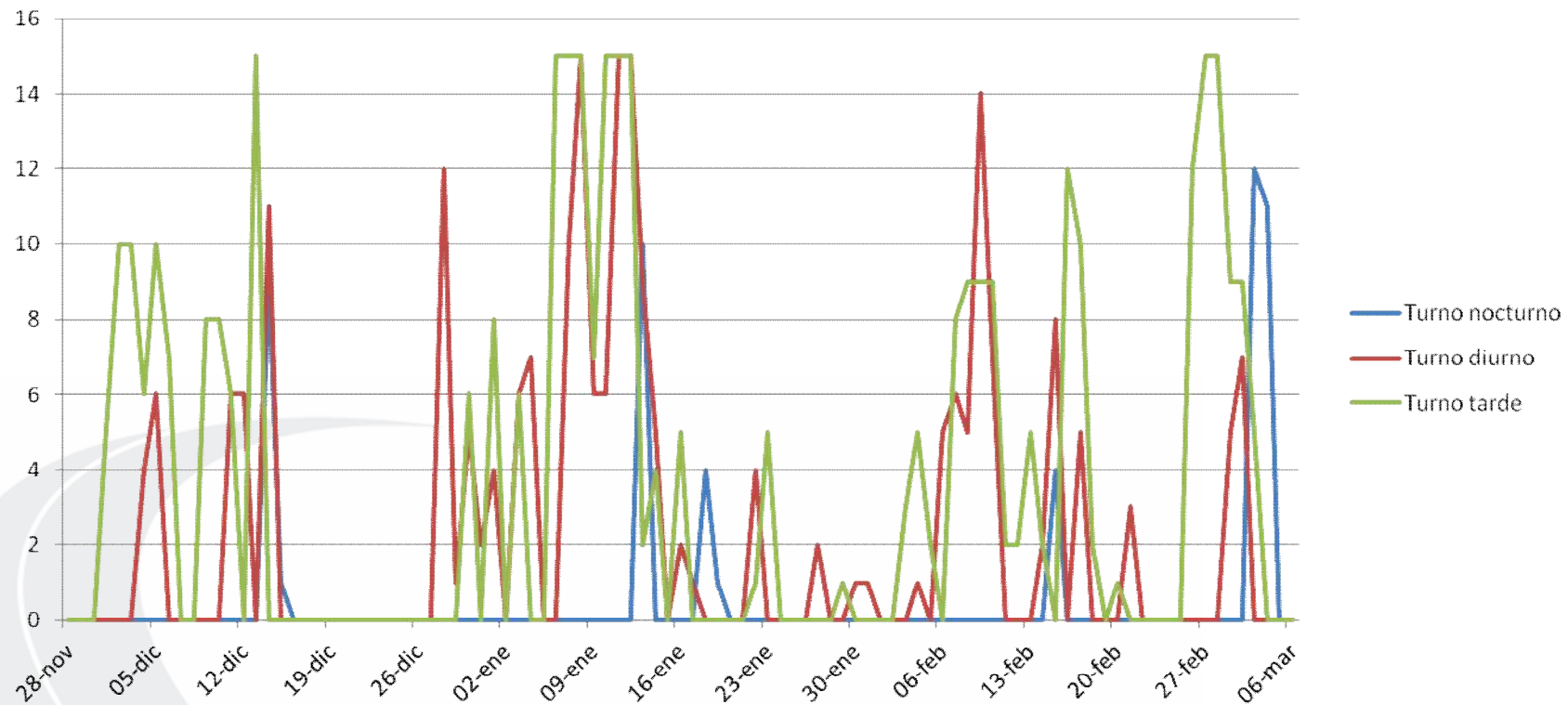
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por turno en mezcla abierta, con empleo de sal sólida, carril izquierdo, p.k. 466+250-I



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por turno en mezcla cerrada, con empleo de salmuera, carril izquierdo, E-23, p.k. 0+500



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

4.1. Análisis de los datos para un mismo punto de control

4.1.2. Registros de sal residual en función de la zona del carril en que se realice la medición.

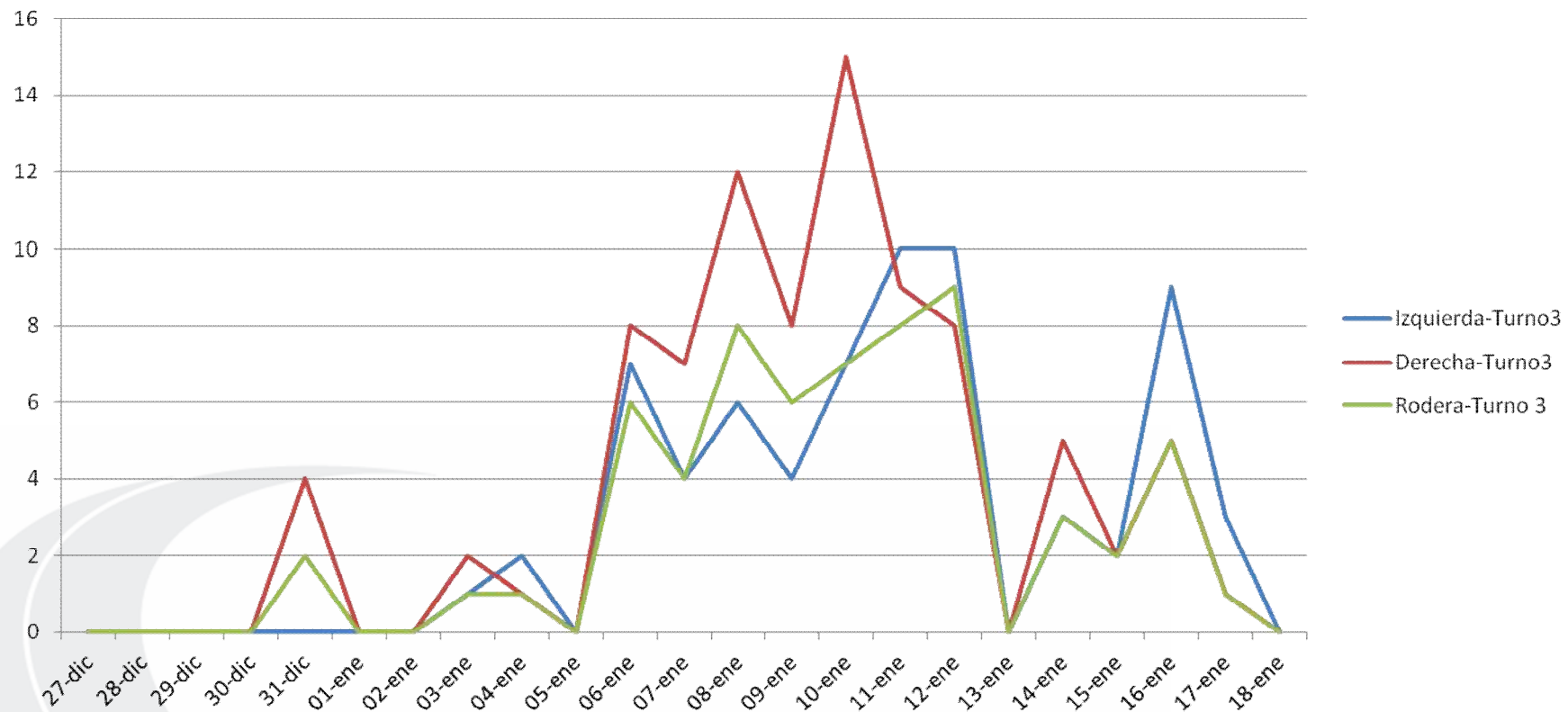
En adelante, para el análisis de los datos se emplearán los registros del turno de tarde (14 a 22 horas), por estimarse los más acordes con la realidad, ya que los ensayos de solubilidad en laboratorio suelen tabularse para temperaturas ambientales de 20°C.

Los tramos tratados con salmuera presentan una menor disparidad en función de la zona en la que se tome la medición.

En las zonas tratadas con sal seca se observa menor permanencia del fundente y mayor divergencia en función de la zona de medición.

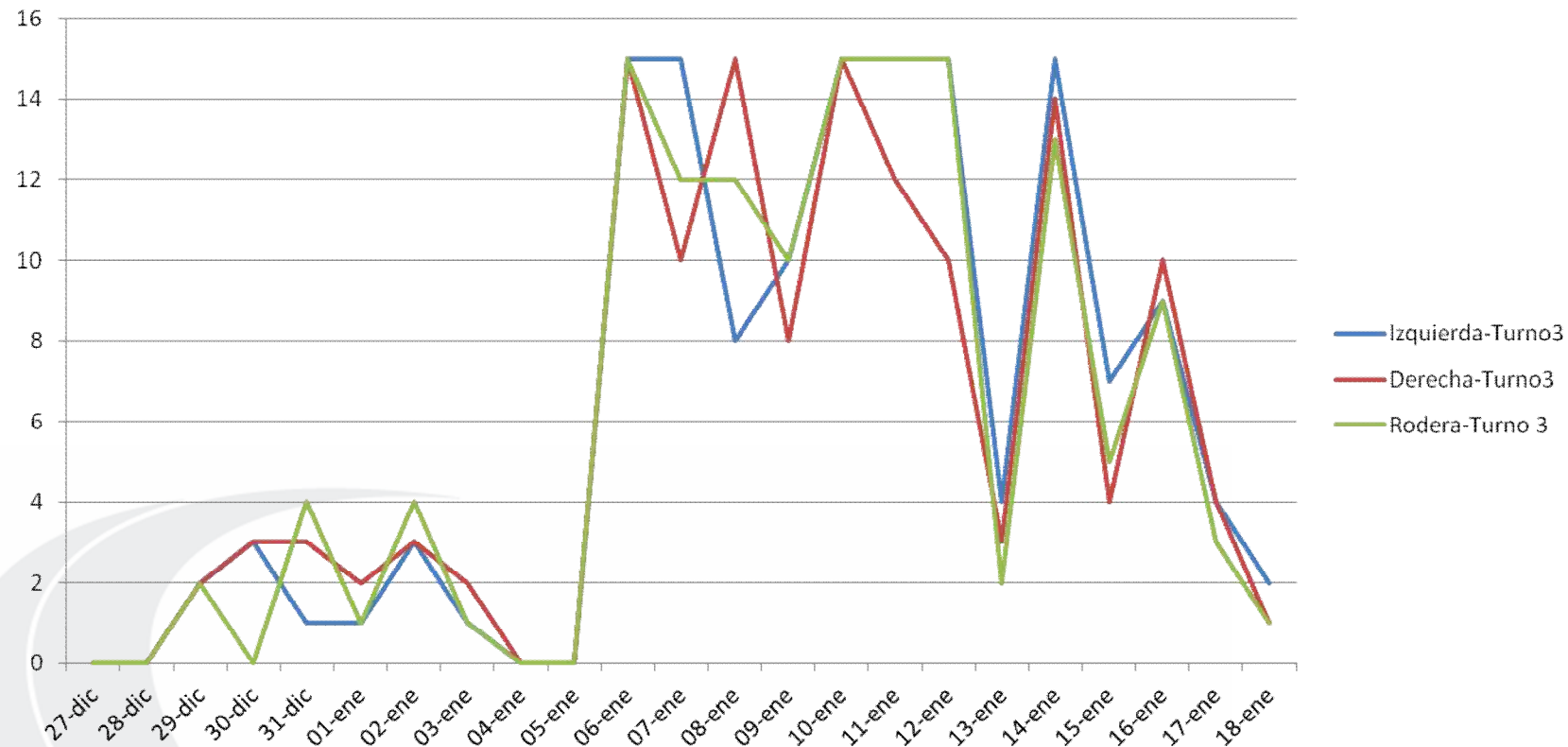
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por zona en carril en mezcla abierta, con empleo de salmuera, p.k. 528+230-D



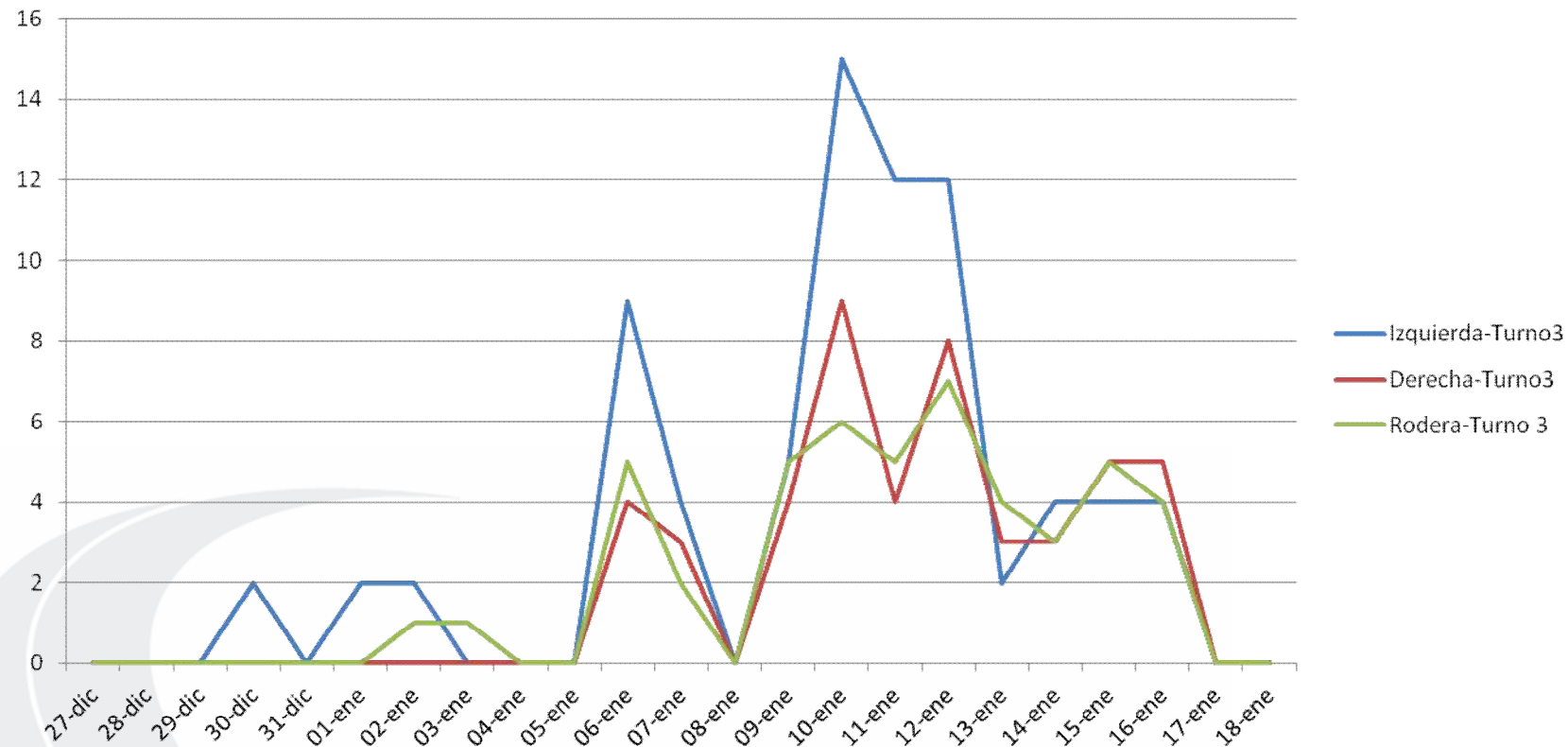
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por zona en carril en mezcla abierta, con empleo de salmuera, p.k. 506+640-I



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por zona en carril en mezcla abierta, con empleo de sal seca, p.k. 446+100-I



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

4.2. Análisis de los datos entre distintos puntos de control

4.2.1. Registros de sal residual en función del tipo de aglomerado.

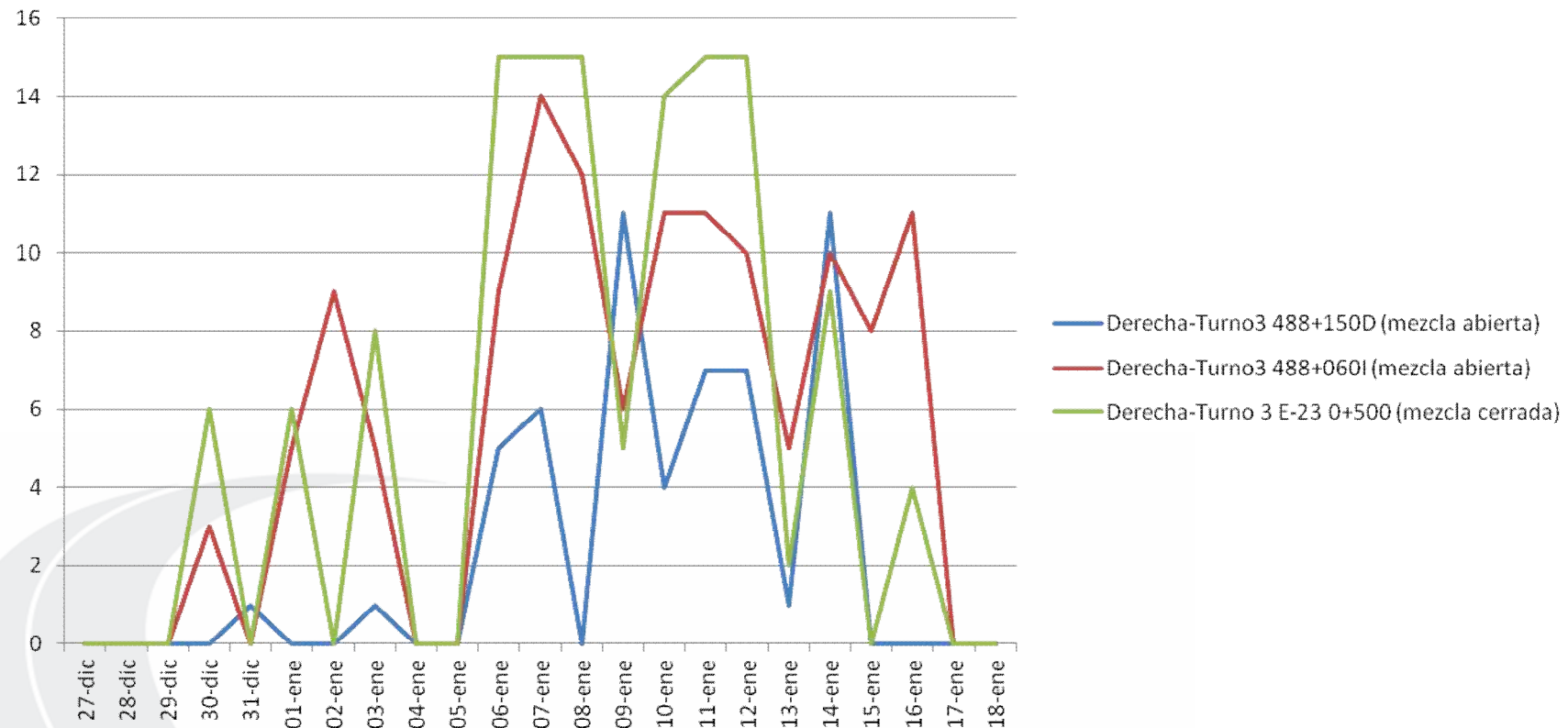
En adelante, para el análisis de los datos se emplearán los registros del carril derecho.

Las mediciones realizadas en mezclas abiertas arrojan valores muy inferiores a los obtenidos en mezclas cerradas.

De las mediciones realizadas en puntos próximos, se obtiene una relación entre las mediciones sobre mezcla abierta, respecto a mezcla cerrada de 1:4

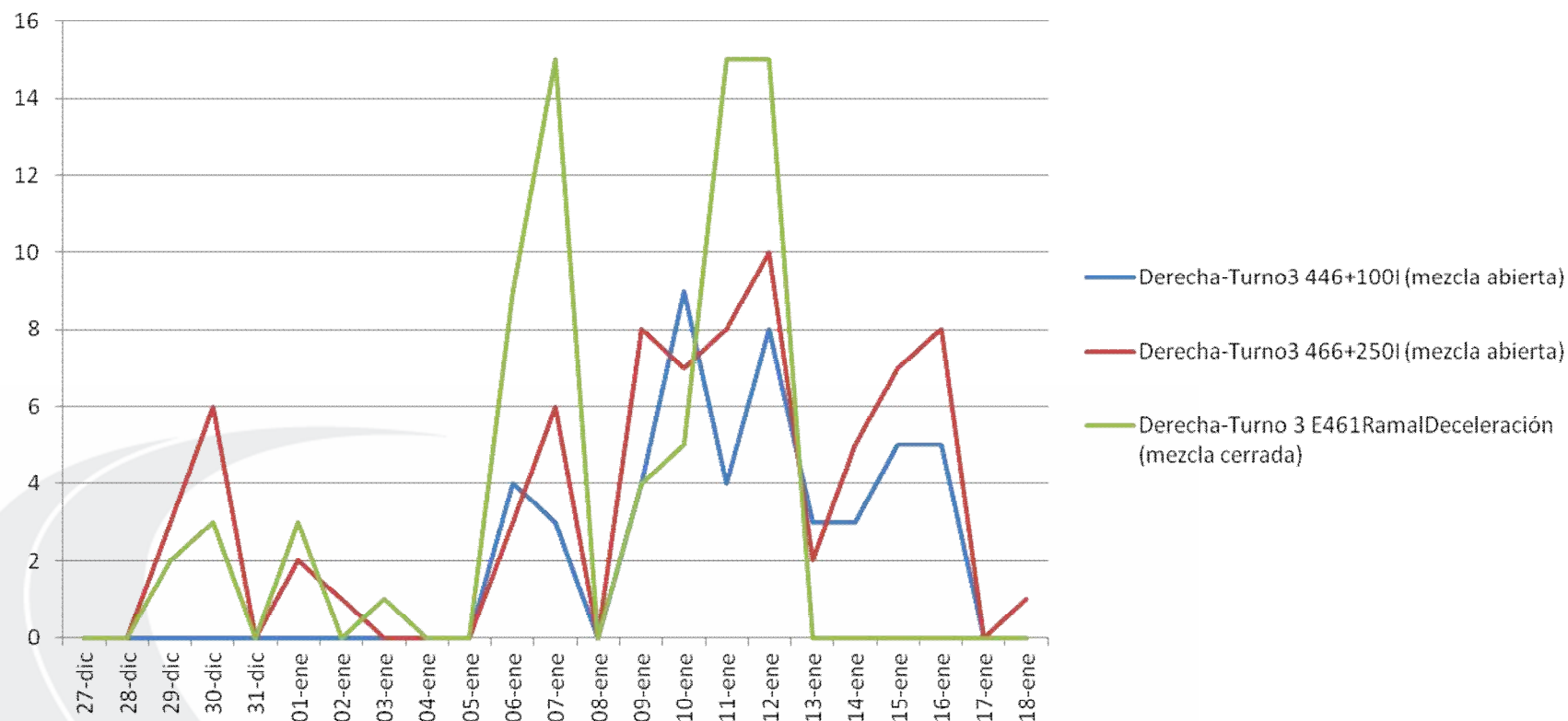
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por puntos de control en carril derecho en diferentes tipos de mezcla, con empleo de salmuera.



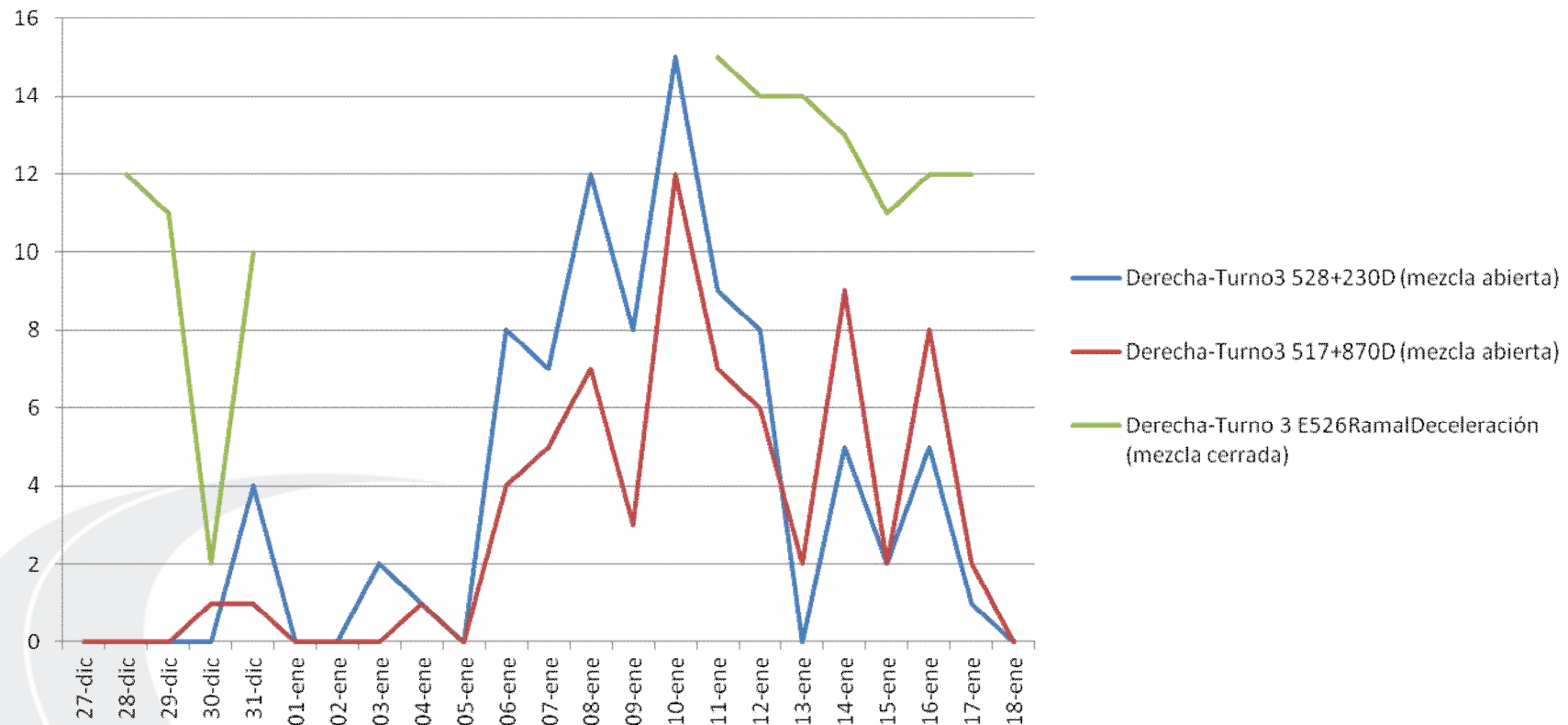
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por puntos de control en carril derecho en diferentes tipos de mezcla, con empleo de sal sólida.



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por puntos de control en carril derecho en diferentes tipos de mezcla, con empleo de salmuera.



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

4.2. Análisis de los datos entre distintos puntos de control

4.2.2. Registros de sal residual en función del tipo de fundente.

Se puede concluir que la permanencia de sal residual resulta superior en los tratamientos preventivos realizados con salmuera, respecto a los realizados con sal sólida, independientemente del tipo de mezcla sobre el que se apliquen.

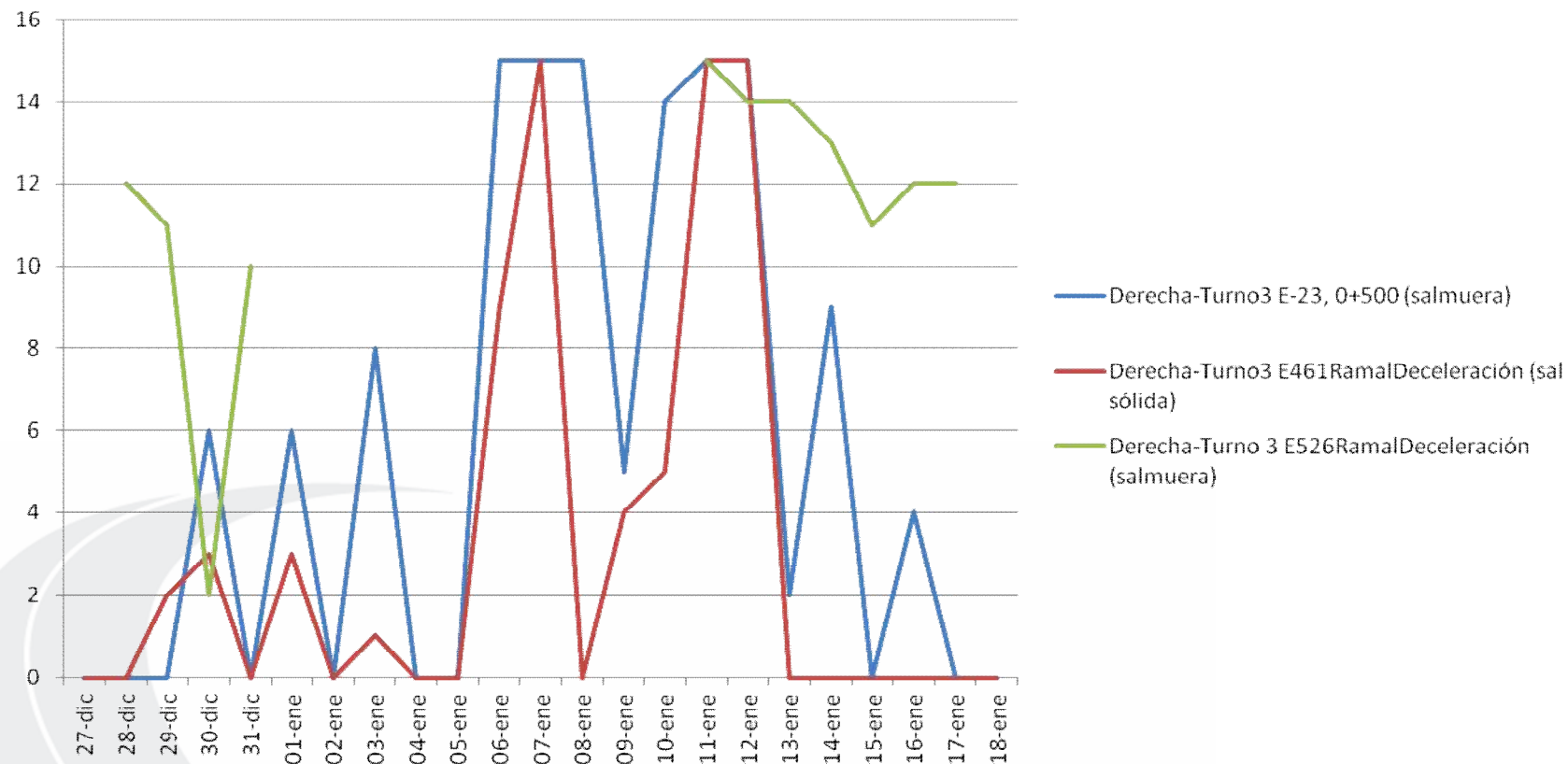
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por puntos de control en carril derecho con diferentes tipos de fundente, con pavimento de mezcla abierta.



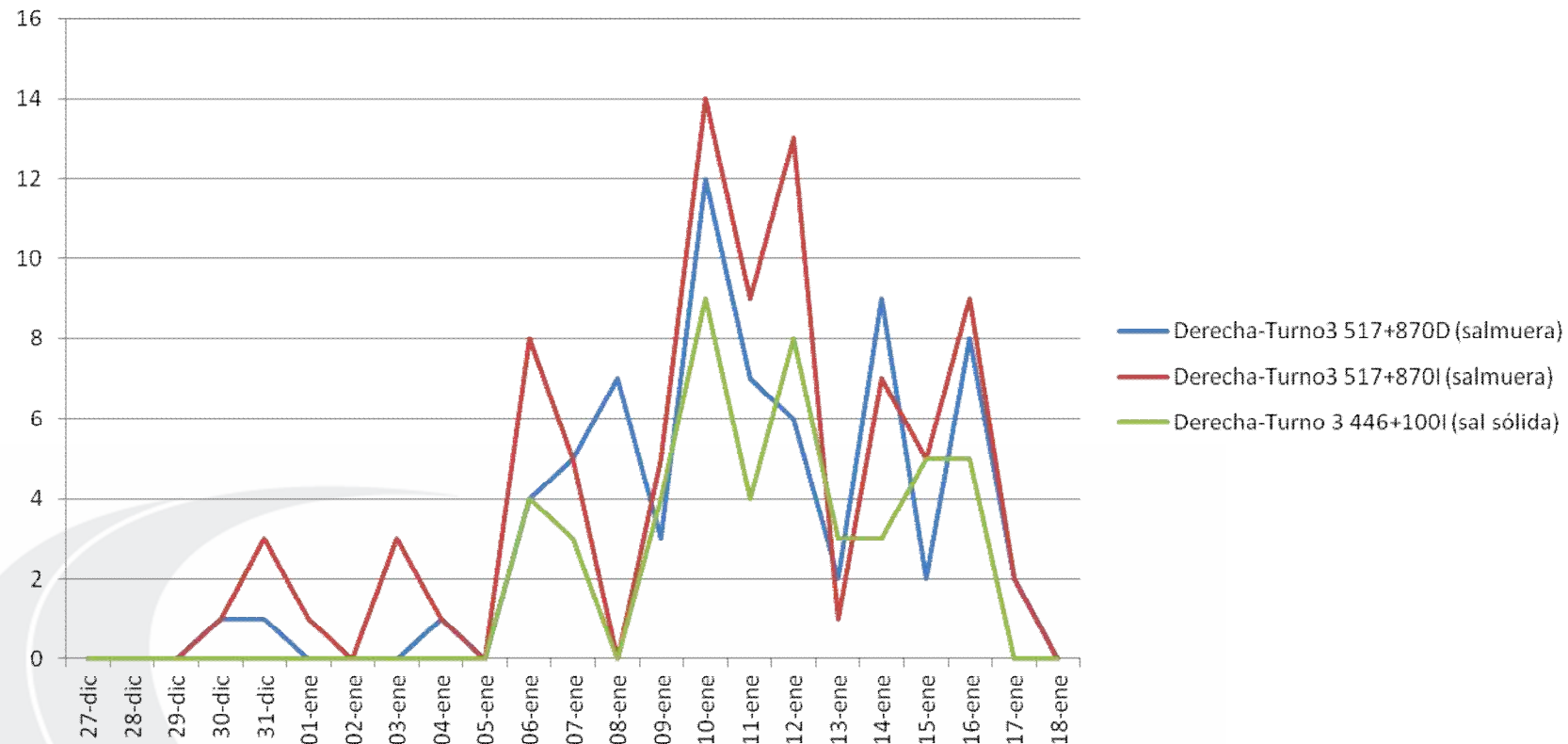
4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por puntos de control en carril derecho con diferentes tipos de fundente, con pavimento de mezcla cerrada.



4. ANÁLISIS DE LOS DATOS EXISTENTES

Análisis de los datos por puntos de control en carril derecho con diferentes tipos de fundente, con pavimento de mezcla abierta.



5. CONCLUSIONES

- Las mediciones facilitadas por el detector de salinidad tienen una gran dependencia con las condiciones ambientales de humedad y temperatura.
- Las mediciones realizadas en pavimentos con mezclas abiertas deben ser corregidas mediante un factor de conversión, puesto que parte de la solución se pierde por los intersticios de la mezcla.
- Los registros realizados en zonas tratadas con salmuera, confirman una mayor permanencia de sal remanente y homogeneidad en su distribución en el carril, respecto al caso de tratamientos realizados con sal seca.
- Aunque sobre los pavimentos con mezclas cerradas, las mediciones de sal residual son mayores, se estima que su permanencia en calzada es menor.

5. CONCLUSIONES

- Se considera que se podría conseguir una optimización en la aplicación de tratamientos preventivos, teniendo en cuenta la sal residual existente en calzada.