



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-SVT-001-12

**INFORME DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DE RETRORREFLEXIÓN
HORIZONTAL EN LA PISTA DEL AEROPUERTO JUAN SANTAMARÍA
PARA AERIS COSTA RICA S.A.**

Preparado por:

UNIDAD DE SEGURIDAD VIAL Y TRANSPORTE

San José, Costa Rica

Diciembre, 2012

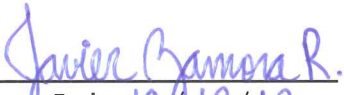


1. Informe LM-PI-SVT-001-12		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de análisis de resultados de retrorreflexión horizontal en la pista del Aeropuerto Juan Santamaría para AERIS Costa Rica S.A.		4. Fecha del Informe Diciembre, 2012
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <i>El presente informe muestra el análisis de los resultados del desempeño de la demarcación vial en la pista del Aeropuerto Juan Santamaría, a través del parámetro de retrorreflexión, medido en milicandelas por lux por metro cuadrado (mcd/lx/m²). Las mediciones fueron realizadas por el Laboratorio de Campo del LanammeUCR, de acuerdo a las especificaciones solicitadas por AERIS Costa Rica S.A., y los resultados del ensayo corresponden al informe I-1108-12 del LanammeUCR.</i> <i>El análisis de los resultados fue realizado por la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR. Las líneas en la pista del aeropuerto que se evaluaron fueron: línea de borde al norte (sentido 07-25), línea de borde al sur (sentido 25-07), línea de centro (evaluada en ambos sentidos), líneas de visado en ambas cabeceras 07 y 25, líneas del inicio de pista de la cabecera 07, y la línea en forma de gota en la cabecera 25. El valor mínimo de retrorreflexión horizontal especificado por AERIS fue de 300 mcd/m²/lx.</i>		
10. Palabras clave Retrorreflexión, demarcación vial, aeropuerto	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 23
13. Preparado por: Ing. Javier Zamora Rojas, MScE Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 12/12/12		
14. Revisado por: Ing. Diana Jiménez Romero, MSc Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 12/12/12		
15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 12/12/12		



Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO	5
3. EQUIPO DE MEDICIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN HORIZONTAL.....	5
4. METODOLOGÍA	6
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SALIDA DE DATOS DEL RETRORREFLECTÓMETRO	6
4.2. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE RETRORREFLEXIÓN HORIZONTAL.....	8
5. RESULTADOS	9
5.1. LÍNEA DE BORDE NORTE	10
5.2. LÍNEA DE BORDE SUR	11
5.3. LÍNEA DE CENTRO	13
5.4. LÍNEAS DE VISADO, CABECERA PISTA 07	16
5.5. LÍNEAS DE VISADO, CABECERA PISTA 25	17
5.6. LÍNEAS DE INICIO DE PISTA 07	18
5.7. LÍNEA EN FORMA DE GOTA, CABECERA PISTA 25.....	18
5.8. RESUMEN DE RESULTADOS.....	20



1. Introducción

El presente informe muestra el análisis de los resultados del desempeño de la demarcación vial en la pista del Aeropuerto Juan Santamaría, a través del parámetro de retrorreflexión, medido en milicandelas por lux por metro cuadrado (mcd/lx/m^2). Para medir la retrorreflexión existen distintos equipos que simulan las condiciones a las que un conductor, en este caso el piloto, visualiza la demarcación vial principalmente en la noche. Con base en los ángulos de iluminación y observación, se establecen valores mínimos de retrorreflexión que debe cumplir la demarcación vial horizontal, para ser visible en la noche. Estos valores mínimos varían considerablemente entre países, e incluso entre estados o provincias de un mismo país, por lo que no hay valores únicos definidos. En el caso de carreteras en Costa Rica, la definición de estos valores se encuentra en proceso.

Con respecto a aeropuertos, no existen valores de retrorreflexión estandarizados; sin embargo, la Administración de Aviación Federal de los Estados Unidos de América (Federal Aviation Administration, FAA) ha realizado investigación en este campo. Una de las investigaciones consistió en desarrollar metodologías para determinar la efectividad de la demarcación vial en aeropuertos (Cyrus, 2003)¹. En este proyecto se desarrolló un método manual y automatizado para evaluar demarcación vial en aeropuertos y se establecieron los límites para demarcación blanca y amarilla como criterio para aceptación o rechazo. Los límites mínimos para demarcación vial se establecieron en **70 $\text{mcd/m}^2/\text{lx}$ para amarillo** y **100 $\text{mcd/m}^2/\text{lx}$ para blanco**, y se hace la aclaración que estos valores son bajos, por lo que se recomienda en el documento llevar a cabo otros estudios para poder adecuar o restablecer nuevos límites de aceptación o rechazo. Estos valores son de referencia, y por lo tanto, no están estandarizados ni oficializados por la FAA.

¹ Cyrus M., Holly (2003). Development of Methods for Determining Airport Pavement Marking Effectiveness. U.S. Department of Transportation and Federal Aviation Administration. Report DOT/FAA/AR-TN03/22.

2. Objetivo

Analizar los resultados de retrorreflexión de la demarcación vial en la pista del Aeropuerto Juan Santamaría, tomados por el Laboratorio de Campo del LanammeUCR.

3. Equipo de medición de la retrorreflexión horizontal

El equipo utilizado para la medición de la retrorreflexión horizontal en la pista del aeropuerto corresponde al retrorreflectómetro horizontal LASERLUX, de la marca RoadVista. Este equipo mide la retrorreflexión con un ángulo de iluminación de $1,24^\circ$ (de acuerdo con la norma ASTM E 1710), que corresponde a una geometría de 30 m.

Tabla 3.1. Especificaciones del retrorreflectómetro Laserlux.

Geometría	Observación	Incidencia
30 metros	1.05°	88.76°



Figura 3.1. Retrorreflectómetro horizontal, Laserlux, LanammeUCR.

Una descripción más detallada sobre las características del equipo y de las mediciones en campo se encuentra en el Informe de Ensayo I-1108-12 del LanammeUCR.

4. Metodología

Se describe a continuación la metodología de análisis para los datos de retrorreflexión horizontal tomados por el equipo Laserlux para el ensayo realizado en la pista del Aeropuerto Juan Santamaría.

4.1. Descripción de la salida de datos del retrorreflectómetro

Los datos de retrorreflexión incluidos en el Informe de Ensayo I-1108-12 del LanammeUCR, contienen la siguiente información: estación (km), referencia, tipo de línea, escaneos válidos de la línea izquierda y derecha, la retrorreflectividad promedio de las dos líneas, y las coordenadas. En cuanto a los escaneos válidos, el equipo registra el número de puntos, los valores máximos y mínimos, el promedio y la desviación estándar (Figura 2).

*Tabla N°1: Medición con el Retrorreflectómetro Horizontal (línea de borde al Norte)
Prueba realizada sobre carpeta asfáltica. Sentido de evaluación 07-25
Fecha de realización de la prueba: 05/08/2012*

Estación (km)	Referencia	Tipo de línea	Escaneos válidos de la línea izquierda (Retrorreflectividad en mcd/m ² /lux)					Escaneos válidos de la línea derecha (Retrorreflectividad en mcd/m ² /lux)					Retrorreflectividad promedio de las dos líneas (mcd/m ² /lux)	Coordenadas	
			Puntos	Valor Máx.	Valor Min.	Promedio	Desviación Estándar	Puntos	Valor Máx.	Valor Min.	Promedio	Desviación Estándar		Longitud	Latitud
0.00	Línea de Borde al Norte	inicio	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-84.220634°	9.989890°
0.01	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	30	27.22	8.82	16.85	4.97	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.85	-84.220586°	9.989706°
0.02	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	27	607.28	50.25	458.05	141.03	13.00	622.88	207.80	458.12	123.28	447.05	-84.220497°	9.989742°
0.03	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	4	458.15	21.50	236.15	245.56	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	236.15	-84.220497°	9.989742°
0.04	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	21	597.25	10.28	377.25	235.05	7.00	459.90	223.05	343.79	84.84	360.52	-84.220367°	9.989791°
0.05	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	5	711.62	365.45	623.16	138.22	2.00	612.92	378.84	458.88	165.53	559.52	-84.220215°	9.989848°
0.07	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	13	695.18	14.34	493.28	193.52	4.00	512.25	284.51	373.88	95.21	433.68	-84.220215°	9.989848°
0.08	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	6	542.68	216.23	430.51	117.68	3.00	519.45	338.44	420.40	92.43	425.45	-84.220039°	9.989911°
0.09	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	11	704.82	324.90	559.55	138.47	3.00	688.47	338.89	476.64	166.18	518.10	-84.220039°	9.989911°
0.10	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	7	698.35	319.64	468.27	129.27	4.00	424.36	217.82	337.19	88.75	402.73	-84.219849°	9.989983°
0.11	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	7	433.67	117.80	278.02	101.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	278.02	-84.219849°	9.989983°
0.13	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	7	700.95	280.38	462.70	138.38	2.00	371.82	320.62	346.12	36.08	404.41	-84.219643°	9.990056°
0.14	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	11	728.71	19.78	555.35	241.80	5.00	696.82	680.10	673.83	15.02	614.59	-84.219643°	9.990056°
0.15	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	2	606.79	19.02	312.90	415.62	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	312.90	-84.219643°	9.990056°
0.16	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	16	728.18	408.10	656.13	107.92	6.00	717.07	674.97	692.12	15.78	674.13	-84.219429°	9.990140°
0.17	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	2	696.91	443.64	570.27	179.09	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	570.27	-84.219429°	9.990140°
0.18	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	10	692.60	237.51	417.92	146.14	2.00	672.06	228.99	450.52	313.30	434.22	-84.219193°	9.990227°
0.20	Línea de Borde al Norte	Línea de Borde	7	672.36	138.89	401.93	192.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	401.93	-84.219193°	9.990227°

Figura 4.1. Ejemplo de salida de datos del retrorreflectómetro horizontal LASERLUX.

(Fuente: Informe I-1108-12, LanammeUCR)

La siguiente tabla explica brevemente cada uno de estos parámetros o información que recolecta el retrorreflectómetro horizontal.

Tabla 4.1. Parámetros recolectados por el retrorreflectómetro móvil horizontal.

Parámetro	Descripción
Estación y coordenadas	Ubicación de las mediciones por medio de sistemas de información geográfica (SIG) y según los estacionamientos de la pista del aeropuerto.
Referencia y tipo de línea	Descripción de la línea evaluada: línea de borde, de visado, de inicio de pista, de centro, continua, discontinua, etc.
Escaneos válidos	Dada la precisión del escáner láser, no toda la información recibida es válida, por lo que el equipo internamente descarta esta información y únicamente registra los escaneos válidos. Cuando los datos son cero en alguna línea de medición, estos datos no se toman en cuenta para el cálculo de los promedios finales.
Puntos	Corresponde a la cantidad de puntos válidos de medición, los cuales deben ser mayores o iguales a 30, con el fin de obtener una muestra estadísticamente significativa para poder obtener un promedio confiable.
Valor máximo	Corresponde al valor máximo registrado para una línea de medición.
Valor mínimo	Corresponde al valor mínimo registrado para una línea de medición.
Promedio	Corresponde al promedio de mediciones válidas registradas para una línea de medición.
Desviación estándar	Corresponde a la desviación estándar de las mediciones válidas registradas para una línea de medición. Entre menor sea la cantidad de puntos en una línea de medición, mayor será la desviación estándar, por lo que el fabricante recomienda fijar el equipo para intervalos de medición mayores con el fin de aumentar la muestra de puntos válidos, y así disminuir la desviación estándar. Las marcas viales no son superficies homogéneas debido principalmente al acomodo a nivel microscópico de las esferas de vidrio, y la alta precisión del láser del equipo de medición es muy alta, por lo que se esperan altos valores de desviación estándar. La relevancia de la desviación estándar va en función de la naturaleza del ensayo, y en el caso de la retrorreflexión horizontal, no se considera un parámetro relevante en el análisis de los datos, ni que pueda alterar la credibilidad de los resultados.
Retrorreflectividad promedio	Corresponde al valor promedio de retrorreflexión de los dos escaneos que realiza el equipo, a la izquierda y a la derecha, el cual es el que se utiliza en el análisis de resultados, aumentando así el número de puntos válidos.



4.2. *Procesamiento de los datos de retrorreflexión horizontal*

El procesamiento de los datos se llevó a cabo siguiendo los siguientes pasos²:

Primer paso:

Dado que las mediciones se llevaron a cabo con un intervalo de medición de 10 metros, se agruparon las mediciones en intervalos de medición de aproximadamente 100 metros, tal como lo recomienda el fabricante, con el fin de aumentar el número de puntos válidos de medición.

Segundo paso:

Una vez agrupadas las mediciones, se descartaron los siguientes datos:

- Líneas de medición con un total de puntos válidos de medición menores a 30. Tal como se explicó en la Tabla 2, esto se realiza para obtener una muestra mínima estadísticamente significativa.
- Líneas de medición con valores de “0” (cero), lo cual corresponde a autoajustes del equipo durante el ensayo. Estos valores no afectan los promedios finales.
- Líneas de medición con valores de retrorreflexión menores a 30 mcd/m²/lx. Al ser el LASERLUX un equipo de alta precisión, éste detecta valores bajos de retrorreflexión que no corresponden a secciones donde hay presencia de demarcación vial y que forman parte de lo que el fabricante llama “ruido de fondo” (por su término en inglés, “background noise”). Estos valores deben ser eliminados para no afectar los promedios finales.

² La metodología utilizada se basa en el criterio técnico de los ingenieros de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT) del PITRA-LanammeUCR, y de los ingenieros del Departamento de Transportes de la Florida y de la Universidad de la Florida, quienes son especialistas en el uso del retrorreflectómetro móvil Laserlux y en el análisis de resultados.

Tercer paso:

Finalmente, se calculan los nuevos promedios para cada línea o grupo de mediciones. En el caso de líneas continuas o discontinuas extensas, se grafican los datos de retroreflexión y se colocan los límites mínimos para facilitar la interpretación de los resultados. El valor mínimo de retroreflexión dado por AERIS fue de **300 mcd/m²/lx**.

5. Resultados

Tal como se indica en el Informe de Ensayo I-1108-12, las líneas evaluadas según lo especificado por AERIS fueron las siguientes:

- Línea de borde al norte (07-25)
- Línea de borde al sur (25-07)
- Línea de centro (evaluada en ambos sentidos)
- Líneas de visado (son 6 líneas numeradas de norte a sur en ambas cabeceras 07 y 25)
- Líneas del inicio de pista de la cabecera 07 (se evaluaron las líneas 2, 4, 6, 8 y 10, de un total de 12 líneas, numeradas de norte a sur)
- Línea en forma de gota en la cabecera 25.

El siguiente croquis muestra las líneas evaluadas:

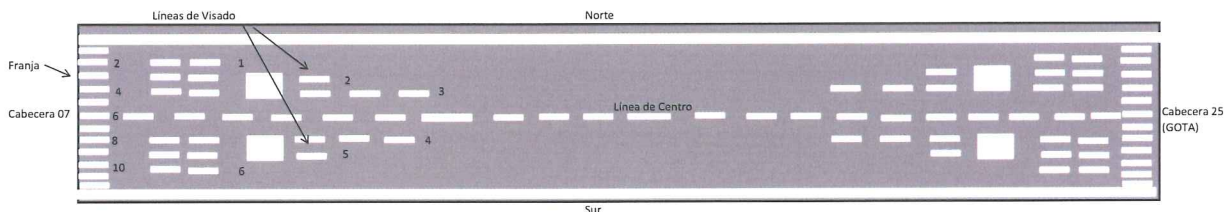


Figura 5.1. Croquis de las líneas evaluadas (Fuente: Informe de Ensayo I-1108-12)

5.1. Línea de borde norte

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtienen los siguientes resultados (Tabla 5.1), con las siguientes consideraciones:

- La distancia entre estacionamientos es aproximadamente 100 m.
- En las casillas donde no se da un valor de retrorreflexión, corresponde a los sitios en donde el número de puntos válidos de medición fueron menores a 30.
- El orden de los estacionamientos coincide con la dirección del ensayo en esta línea fue, la cual se realizó desde el inicio de la pista 07 hasta el inicio de la pista 25.

Tabla 5.1. Resultados de retrorreflexión de la línea de borde norte.

Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)	Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)
2880-2776	138	407	1364-1260	38	262
2776-2674	95	477	1260-1159	51	346
2674-2576	70	508	1159-1057	43	379
2576-2472	101	590	1057-955	14	-----
2472-2374	61	415	955-855	86	431
2374-2274	123	430	855-749	50	420
2274-2176	119	556	749-649	47	455
2176-2074	85	520	649-546	30	552
2074-1969	67	545	546-440	44	549
1969-1863	93	548	440-344	63	630
1863-1759	14	-----	344-240	36	512
1759-1660	124	326	240-143	29	-----
1660-1557	71	339	143-44	89	470
1557-1461	37	258	44-10	118	421
1461-1364	62	276			
Promedio de retrorreflexión: 447 mcd/m²/lx					

En la siguiente figura se muestran gráficamente los resultados de retrorreflexión, y se resaltó el límite de retrorreflexión horizontal de $300 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$, definido por AERIS.

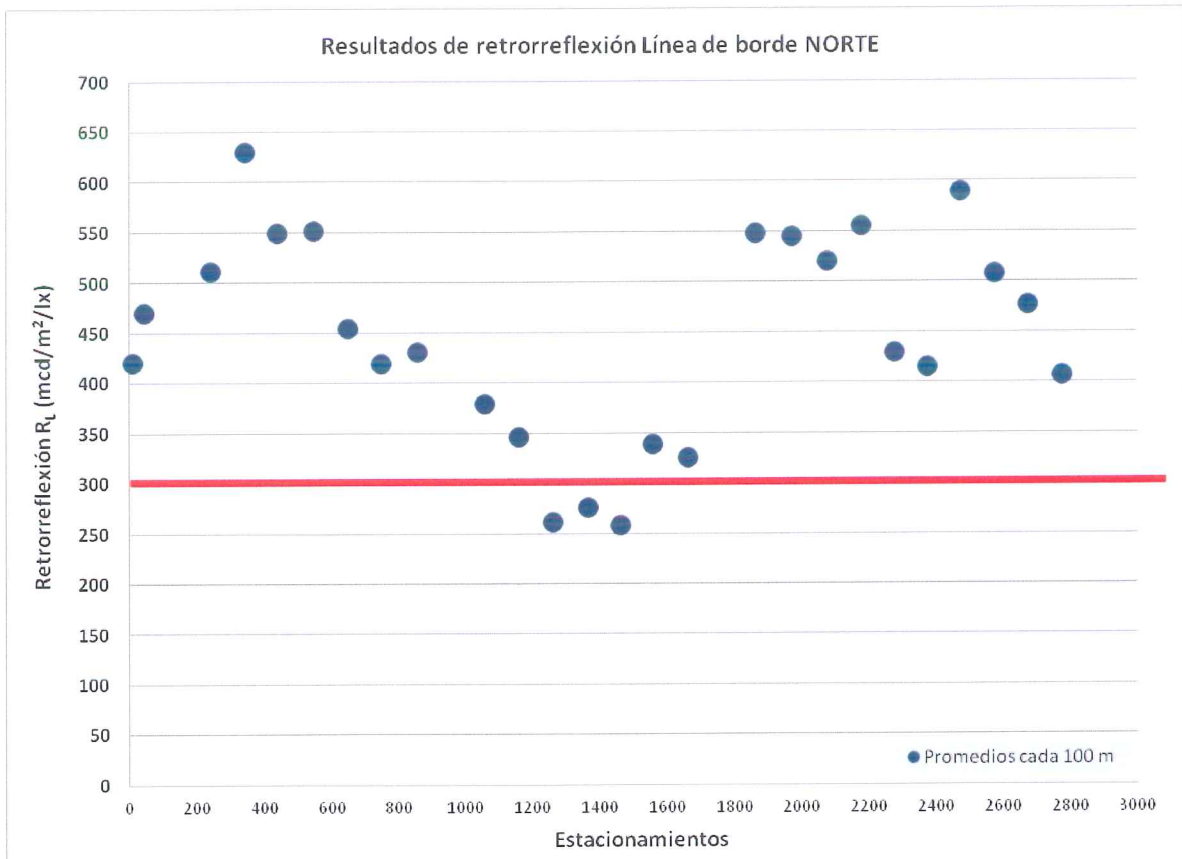


Figura 5.2. Gráfico de los resultados de retrorreflexión para la línea de borde norte.

5.2. Línea de borde sur

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtienen los siguientes resultados (Tabla 5.2), con las siguientes consideraciones:

- La distancia entre estacionamientos es aproximadamente 100 m.
- En las casillas donde no se da un valor de retrorreflexión, corresponde a los sitios en donde el número de puntos válidos de medición fueron menores a 30.

Tabla 5.2. Resultados de retrorreflexión de la línea de borde sur.

Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)	Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)
108-209	199	401	1666-1771	140	522
209-309	114	415	1771-1874	106	395
309-415	133	492	1874-1977	99	522
415-513	75	493	1977-2081	75	395
513-620	32	629	2081-2178	115	457
620-724	78	405	2178-2278	92	525
724-828	46	405	2278-2375	79	419
828-935	87	282	2375-2473	97	475
935-1032	81	349	2473-2570	112	635
1032-1150	105	380	2570-2666	119	521
1150-1254	103	381	2666-2770	120	566
1254-1358	113	454	2770-2870	115	469
1358-1465	104	391	2870-2964	131	465
1465-1564	89	441	2964-3000	54	607
1564-1666	132	440			
Promedio de retrorreflexión: 460 mcd/m²/lx					

En la siguiente figura se muestran gráficamente los resultados de retrorreflexión, y se resaltó el límite de retrorreflexión horizontal de 300 mcd/m²/lx, definido por AERIS.

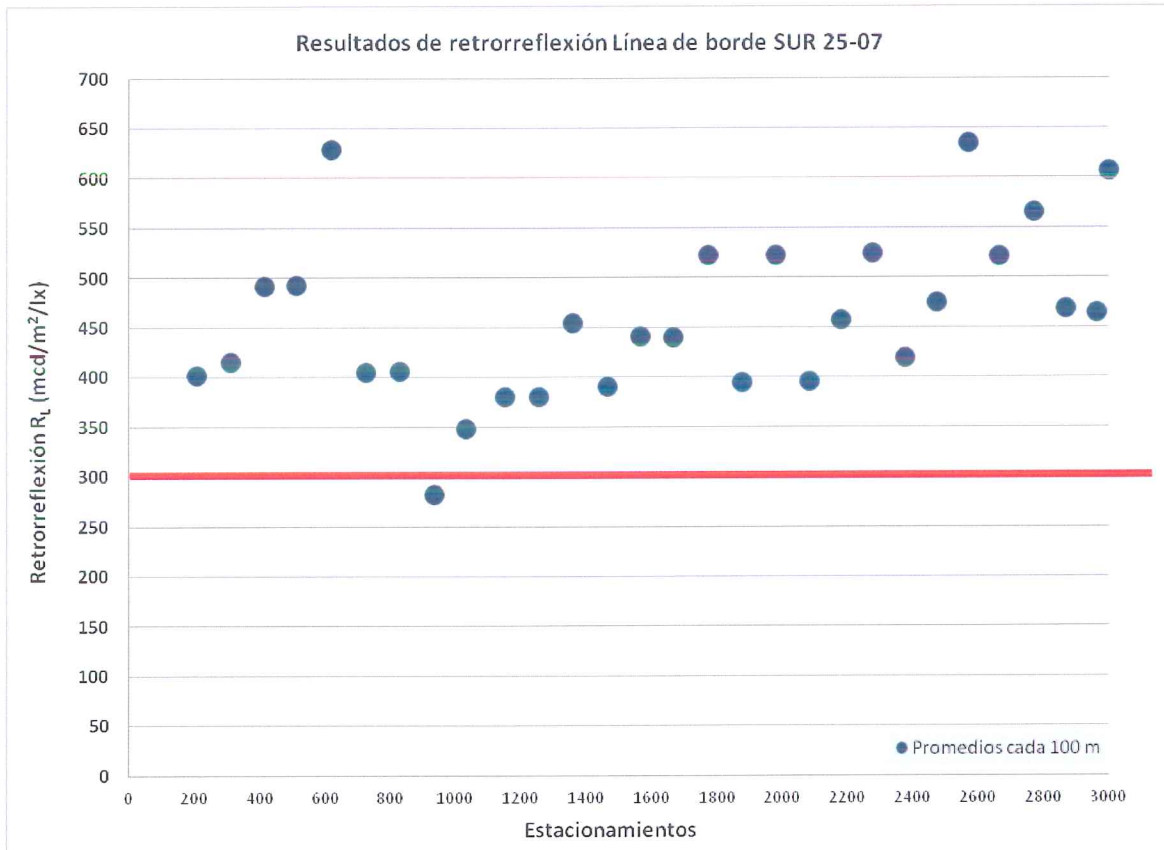


Figura 5.2. Gráfico de los resultados de retrorreflexión para la línea de borde norte.

5.3. Línea de centro

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtienen los siguientes resultados en las tablas 5.3 y 5.4, para la dirección 07-25 y la dirección 25-07, respectivamente.

En las figuras 5.3 y 5.4 se muestran gráficamente estos resultados para las dos direcciones, y se resalta el límite de retrorreflexión horizontal de 300 mcd/m²/lx, definido por AERIS.

Tabla 5.3. Resultados de retrorreflexión de la línea de centro en la dirección 07-25.

Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)	Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)
2947-2845	83	316	1523-1415	57	214
2845-2742	55	310	1415-1306	78	194
2742-2651	48	353	1306-1201	79	255
2651-2551	74	184	1201-1095	57	165
2551-2447	76	347	1095-990	60	186
2447-2340	82	204	990-887	33	262
2340-2236	88	124	887-786	46	264
2236-2133	70	103	786-680	49	167
2133-2030	52	179	680-577	34	238
2030-1925	61	262	577-481	27	-----
1925-1819	76	174	481-383	50	326
1819-1718	77	229	383-281	42	431
1718-1621	57	109	281-185	63	444
1621-1523	65	166	185-160	60	420
Promedio de retrorreflexión: 245 mcd/m²/lx					

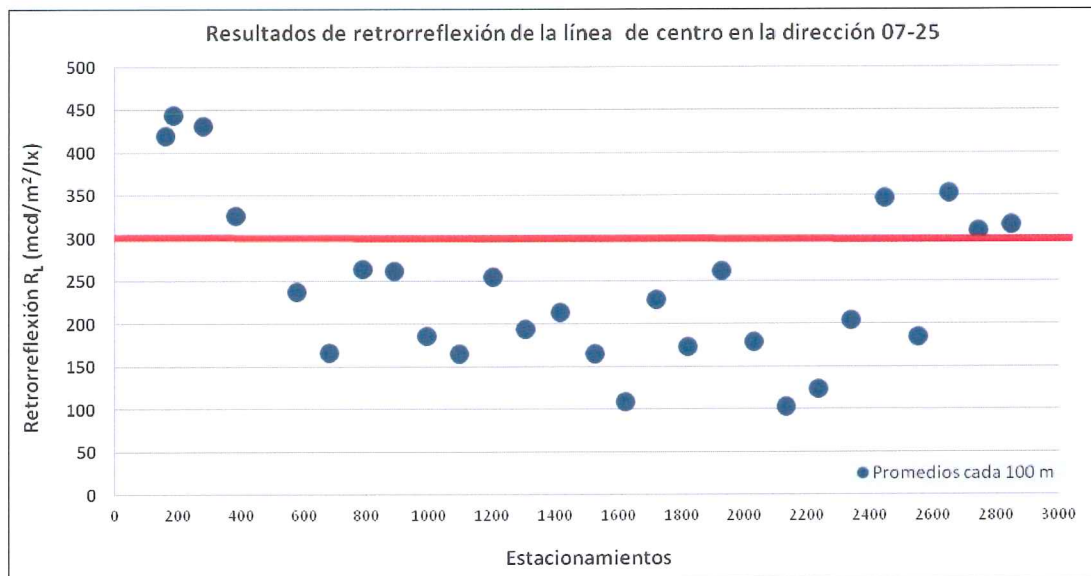


Figura 5.3. Gráfico de los resultados de retrorreflexión de la línea de centro dirección 07-25.

Tabla 5.4. Resultados de retrorreflexión de la línea de centro en la dirección 25-07.

Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)	Estacionamientos	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)
142-244	77	472	1563-1668	102	107
244-343	70	453	1668-1771	104	107
343-448	69	513	1771-1870	114	174
448-546	51	301	1870-1975	99	267
546-641	80	312	1975-2079	96	202
641-747	108	269	2079-2181	118	170
747-849	107	278	2181-2278	88	170
849-947	115	315	2278-2378	79	241
947-1052	103	158	2378-2478	99	296
1052-1155	69	230	2478-2581	87	319
1155-1259	103	164	2581-2679	93	367
1259-1361	87	191	2679-2777	127	365
1361-1461	79	137	2777-2872	70	427
1461-1563	104	130	2872-2914	34	238
Promedio de retrorreflexión: 263 mcd/m²/lx					

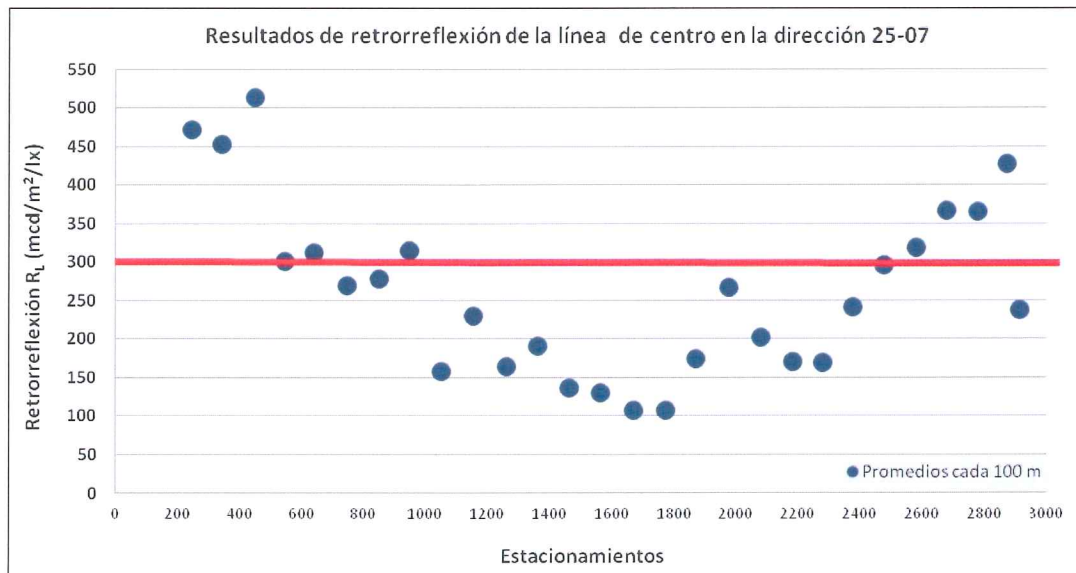


Figura 5.4. Gráfico de los resultados de retrorreflexión de la línea de centro dirección 25-07.

5.4. Líneas de visado, cabecera pista 07

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtienen los siguientes resultados de forma gráfica en la Figura 5.5, de acuerdo al acomodo de las líneas de visado en la pista del aeropuerto, con estacionamientos aproximados de referencia al centro de la línea. En las casillas donde no se da un valor de retrorreflexión, corresponde a los sitios en donde el número de puntos válidos de medición fueron menores a 20, por lo que se descartan las mediciones. En este caso el límite se bajó a 20, en vez de 30, ya que las líneas de visado son cortas y por lo tanto los puntos válidos tuvieron una tendencia a ser menores.

Estacionamientos aproximados al centro de línea - Pista 07						
	2+850 (a)	2+700 (b)	2+550 (c)	2+400 (d)	2+250 (e)	2+100 (f)
1	316	469				
2	412	470	402	333		
3	-----	496	348	309	343	268
4	375	360	478	574	453	-----
5	493	-----	502	-----		
6	494	-----				
Promedio de retrorreflexión: 416 mcd/m²/lx						

Figura 5.5. Resultados de retrorreflexión en las líneas de visado, cabecera pista 07.

5.5. Líneas de visado, cabecera pista 25

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtienen los siguientes resultados de forma gráfica en la Figura 5.6, de acuerdo al acomodo de las líneas de visado en la pista del aeropuerto, con estacionamientos aproximados de referencia al centro de la línea. En las casillas donde no se da un valor de retrorreflexión, corresponde a los sitios en donde el número de puntos válidos de medición fueron menores a 20, por lo que se descartan las mediciones. En este caso el límite se bajó a 20, en vez de 30, ya que las líneas de visado son cortas y por lo tanto los puntos válidos tuvieron una tendencia a ser menores.

Estacionamientos aproximados al centro de línea - Pista 25						
1+425 (f)	1+275 (e)	1+125 (d)	0+975 (c)	0+825 (b)	0+675 (a)	
				255	348	1
		341	534	302	380	2
457	-----	-----	637	-----	297	3
-----	-----	-----	-----	-----	245	4
		-----	-----	651	170	5
				-----	261	6
Promedio de retrorreflexión: 375 mcd/m²/lx						

Figura 5.6. Resultados de retrorreflexión en las líneas de visado, cabecera pista 25.

5.6. Líneas de inicio de pista 07

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtienen los siguientes resultados en la Tabla 5.5. Tal como se indica en el informe del ensayo, las líneas fueron enumeradas de la 1 a las 12, de norte a sur, y se solicitó la medición de retrorreflexión en las líneas 2, 4, 6, 8 y 10.

Tabla 5.5. Resultados de retrorreflexión de las líneas de inicio de la Pista 07.

Estacionamiento aproximado al centro de las líneas 3+000		
Línea de inicio de la Pista 07 (de norte a sur)	Puntos	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)
2	115	308
4	70	203
6	75	293
8	98	341
10	64	333
Promedio de retrorreflexión: 296 mcd/m²/lx		

5.7. Línea en forma de gota, cabecera pista 25

Siguiendo los pasos descritos en la sección 4.2, se obtiene los siguientes resultados en la Tabla 5.6. En la Figura 5.7 se muestra gráficamente los puntos de medición de la línea en forma de gota que se encuentra en la cabecera de la Pista 25.

Tabla 5.6. Resultados de retrorreflexión de la línea en forma de gota de la Pista 25.

Estacionamientos aproximados	Puntos válidos	Retrorreflexión R_L ($\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$)
0+175 a 0+075	164	332
0+075 a 0+000	130	546
0+000 a 0+075	100	342
0+075 a 0+100	88	540
Promedio de retrorreflexión: 440 $\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$		

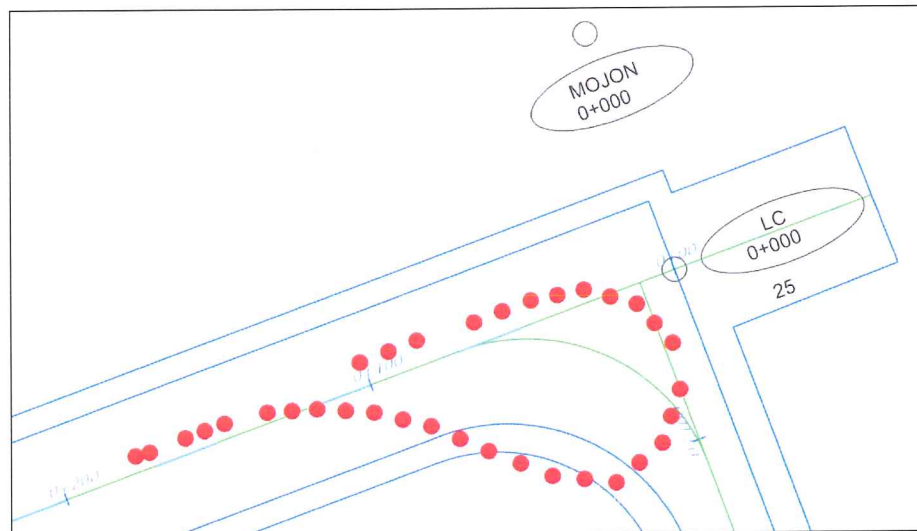


Figura 5.7. Resultados de retrorreflexión en las líneas de visado, cabecera pista 25.

(Fuente: AERIS y LanammeUCR)

5.8. Resumen de resultados

En la Tabla 5.7 se muestra un resumen de los resultados de retrorreflexión promedio por cada una de las líneas evaluadas.

Tabla 5.7. Resumen de los resultados de retrorreflexión promedio por línea evaluada.

Línea evaluada	Retrorreflexión R_L (mcd/m ² /lx)
Línea de borde al norte (sentido 07-25)	447
Línea de borde al sur (sentido 25-07)	460
Línea de centro en el sentido 07-25	245
Línea de centro en el sentido 25-07	263
Líneas de visado Pista 07	416
Líneas de visado Pista 25	375
Líneas del inicio de pista de la cabecera 07	296
Línea en forma de gota en la cabecera 25	440