



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-128-11

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PRODUCIDA Y COLOCADA EN EL PROYECTO:

“MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL NO. 21, SECCIÓN: JICARAL-LEPANTO”

Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica



San José, Costa Rica
Noviembre, 2011

1. Informe Informe LM-PI-AT-128-11	2. Copia No. 16	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA Y COLOCADA EN EL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°21, SECCIÓN: JICARAL-LEPANTO	4. Fecha del Informe Noviembre, 2011	
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 <p><i>Al evaluar el espesor de la carpeta asfáltica colocada se determinó que 5 de los 17 núcleos extraídos presentaron un espesor inferior a los 5 cm que se requerían para el proyecto. Al analizar estos resultados por medio de los índices de calidad se demostró que el espesor de la mezcla asfáltica colocada presenta una variabilidad significativa (24,10%). Con respecto a la tolerancia del diseño de mezcla, se evidenció que el porcentaje de agregado que pasa la malla N°30 sobrepasa el límite superior dado en la especificación.</i></p> <p><i>Como resultado del análisis de la consistencia del diseño de mezcla se evidenció que el hecho de producir mezcla asfáltica en la totalidad del rango óptimo de contenido de asfalto implica un riesgo potencial de incumplimiento de las especificaciones contractuales para los parámetros de contenido de vacíos de la mezcla y vacíos llenos de asfalto (VFA), lo cual no asegura la calidad de la mezcla asfáltica producida.</i></p> <p><i>Es importante reiterar que la toma de muestras del proyecto por parte de la Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tiene como finalidad cumplir la función del control ni la verificación de calidad y tampoco le corresponde a esta Auditoría Técnica, realizar evaluaciones exhaustivas a nivel de proyecto que son de competencia propia de la Administración, por lo que el presente informe no es un dictamen final de la calidad del proyecto Jicaral-Lepanto, sino un insumo para que la Administración realice una revisión de los resultados obtenidos por el LanammeUCR, en contraste con los controles propios, tanto de la verificación como del control de calidad por parte del contratista, controles que deben existir en todo proyecto de obra vial.</i></p>		
10. Palabras clave Mezcla asfáltica, espesores, calidad, diseño, variabilidad	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 48

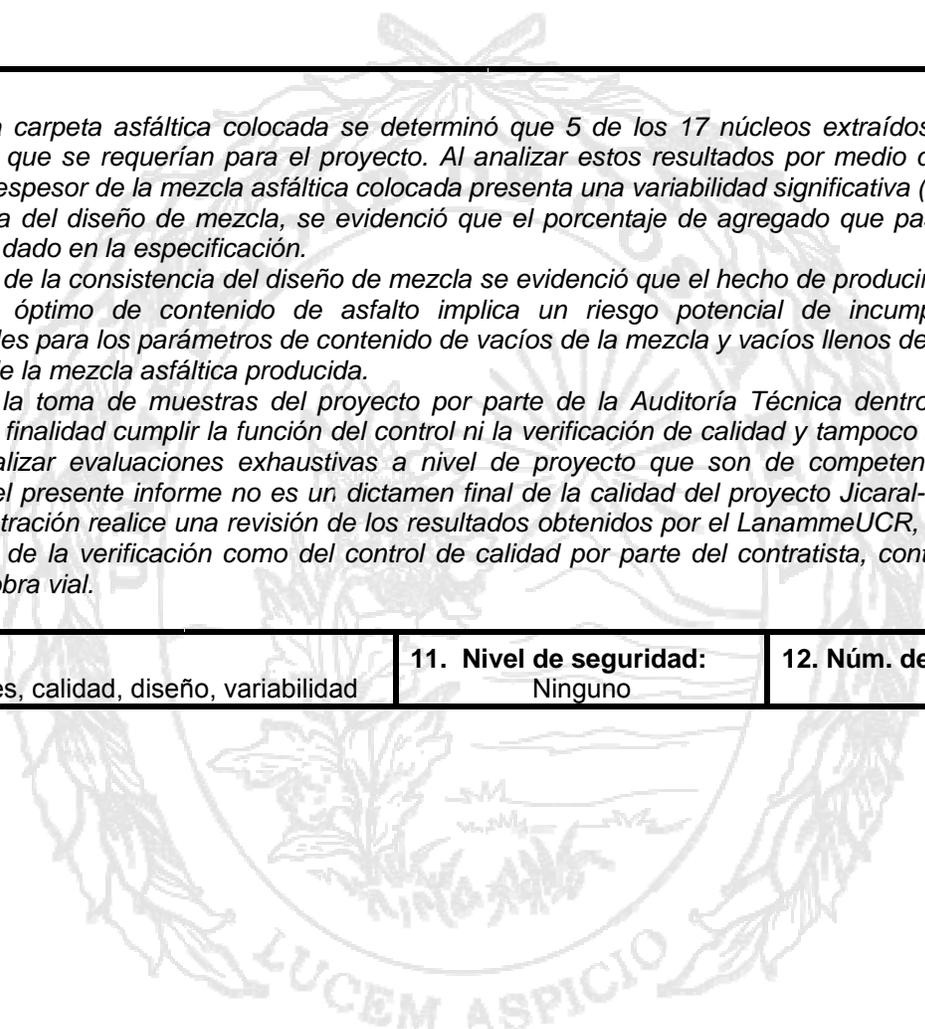




TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	4
1. FUNDAMENTACIÓN	5
2. OBJETIVO Y ALCANCE DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	6
2.1 OBJETIVOS DEL INFORME.....	6
2.2 ALCANCE DEL INFORME	6
3. RESPONSABLES DEL PROYECTO	7
4. INTEGRANTES DEL EQUIPO AUDITOR DEL LANAMMEUCR	7
5. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME PRELIMINAR LM-AT-128B-11	8
6. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO VIAL	9
6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
6.2 PREVALENCIA DE DOCUMENTOS.....	11
7. ANTECEDENTES	13
8. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	13
9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	16
9.1 HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA	17
9.1.1 <i>SOBRE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA</i>	17
9.1.2 <i>SOBRE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA</i>	23
9.2 OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA	26
9.2.1 <i>SOBRE LA VARIABILIDAD ESTADÍSTICA DEL ESPESOR DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA</i>	27
9.2.2 <i>SOBRE LA VARIABILIDAD ESTADÍSTICA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PRODUCIDA</i>	29
9.2.3 <i>SOBRE EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA</i>	32
9.2.4 <i>SOBRE LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO DE MEZCLA VIGENTE DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO</i> 35	
10. CONCLUSIONES	41
11. RECOMENDACIONES	43
ANEXOS.....	46



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DISPOSICIONES VIGENTES PARA LA CONSTRUCCIÓN	12
TABLA 2. DETALLE DE LOS MUESTREOS EN LOS CUALES SE TOMARON LAS MUESTRAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.	14
TABLA 3. PARÁMETROS GENERALES DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN INFORME N° 083-2011 EMITIDO POR LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.....	15
TABLA 4. DETALLE DE LOS ESTACIONAMIENTOS CORRESPONDIENTES A LA EXTRACCIÓN DE LOS NÚCLEOS, REALIZADA POR EL LANAMMEUCR EN LA CARPETA ASFÁLTICA.	15
TABLA 5. RESULTADOS REPORTADOS EN EL INFORME DE ENSAYO I-0714-10 EMITIDO POR EL LABORATORIO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL LANAMMEUCR EL 28 DE OCTUBRE DE 2011	19
TABLA 6. RESULTADOS DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA REPORTADOS POR EL LABORATORIO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL LANAMMEUCR MEDIANTE EL INFORME I-0714-11 RECIBIDO POR LA AUDITORÍA EL 28 DE OCTUBRE DEL 2011.	20
TABLA 7. RESULTADOS DEL ESPESOR DE LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO.....	23
TABLA 8. ÍNDICES DE CALIDAD Y VARIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE ESPESOR DE LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA COLOCADA	28
TABLA 9. ÍNDICES DE CALIDAD Y VARIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA ANALIZADA.....	31
TABLA 10. GRANULOMETRÍA DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA DE ACUERDO CON INFORME N° 083-2011.....	33
TABLA 11. VALORES DEFINIDOS PARA LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN LA DISPOSICIÓN VIAL AM-01-2001.....	36
TABLA 12. ANÁLISIS DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA EL INFORME N° 083-2011.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO. SECCIONES: QUEBRADA SAN PEDRO-QUEBRADA TRONCONAL Y JICARAL-LEPANTO	11
FIGURA 2. GRÁFICO DE LOS RESULTADOS DE CONTENIDO DE ASFALTO EN LAS MUESTRAS DE MEZCLA ASFÁLTICA ENSAYADAS.....	18
FIGURA 3. RESULTADOS DE ENSAYO PARA LOS TAMAÑOS GRANULOMÉTRICOS	22
FIGURA 4. COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS DE ESPESOR MEDIDO DE LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA.	25
FIGURA 5. GRÁFICO COMPARATIVO DE GRANULOMETRÍA DE DISEÑO DE MEZCLA	34
FIGURA 6. ANÁLISIS GRÁFICO DEL RANGO EFECTIVO DE CONTENIDO DE ASFALTO PARA EL INFORME N° 083-2011	39



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

EVALUACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N° 21, SECCIONES: QUEBRADA SAN PEDRO-QUEBRADA TRONCONAL-JICARAL-LEPANTO

1. FUNDAMENTACIÓN

La auditoría técnica externa a los procesos, controles, laboratorios, proyectos e instituciones públicas que efectúan sus labores en las rutas nacionales, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley N° 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N° 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial de Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

Sobre esta competencia, en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril de 2002, de la Procuraduría General de la República, señala que:

“... la fiscalización que realiza la Universidad de Costa Rica a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgo de esa red. La cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (El subrayado no es del original)

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 5 de 48
----------------------------	---	----------------



2. OBJETIVO Y ALCANCE DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo la finalidad de estas auditorías consiste en que, la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

2.1 OBJETIVOS DEL INFORME

El objetivo de este informe es evaluar la consistencia del diseño de mezcla asfáltica que se produjo y colocó en la Ruta N° 21, sección Jicaral - Lepanto, así como evaluar mediante ensayos de laboratorio y valoración estadísticamente algunas de las características más relevantes de la mezcla asfáltica que se produce y coloca en la carpeta asfáltica, a saber: contenido de asfalto, graduación de la mezcla y núcleos de carpeta colocada, de conformidad con lo que se establece en las especificaciones contractuales y el diseño estructural de pavimento planteado para dicho proyecto.

2.2 ALCANCE DEL INFORME

El estudio que realiza esta auditoría consiste en el análisis de la consistencia del diseño de la mezcla asfáltica en caliente planteado por el laboratorio de control de calidad del contratista para la producción de mezcla asfáltica en la planta ubicada en el cantón de Abangares. Además se determina el espesor final de la carpeta asfáltica colocada,

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 6 de 48
----------------------------	---	----------------



mediante núcleos extraídos de la sección mencionada. Los muestreos que realiza la Auditoría Técnica en el proyecto se enmarcan dentro del proceso de fiscalización y no tienen el propósito de ser control ni la verificación de calidad y tampoco le corresponde a esta Auditoría Técnica, realizar evaluaciones exhaustivas a nivel de proyecto que son de competencia propia de la Administración, por lo que el presente informe no es un dictamen final de la calidad del proyecto Jicaral-Lepanto, sino un insumo para que la Administración realice una revisión de los resultados obtenidos por el LanammeUCR, en contraste con los controles propios, tanto de la verificación como del control de calidad por parte del contratista, controles que deben existir en todo proyecto de obra vial.

3. RESPONSABLES DEL PROYECTO

a) Responsables por parte de la Administración:

- Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI.
- Laboratorio de Verificación de Calidad: Departamento de Calidad de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

b) Responsables por parte de la empresa constructora:

- Contratista: Constructora Hernán Solís, S.R.L
- Laboratorio de Control de Calidad: LGC Ingeniería en Pavimentos S.A.

4. INTEGRANTES DEL EQUIPO AUDITOR DEL LANAMMEUCR

- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng. (Coordinadora de la Unidad de Auditorías Técnicas)
- Ing. Víctor Cervantes Calvo (Auditor Técnico)
- Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. (Auditora Técnica)

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 7 de 48
----------------------------	---	----------------



5. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME PRELIMINAR LM-AT-128B-11

Como parte de los procedimientos de Auditoría Técnica y en lo referente a la remisión del informe preliminar, el día 11 de noviembre del 2011 se envió el oficio LM-AT-163-2011 por medio del cual se hace entrega del informe preliminar LM-AT-128B-11, y también se solicita para el día 24 de noviembre del 2011 una audiencia a la parte auditada, para la presentación de dicho informe preliminar.

Los convocados a esta audiencia eran por parte del área auditada: el Ing. Carlos Pereira Esteban, Gerente de Construcción de Vías y Puentes, Ing. Álvaro Ulloa Murillo, Director del Proyecto, Ing. Orlando Vargas Klarsson, ingeniero de proyecto y Lic. Reynaldo Vargas Sota, Auditor a.i.; por parte del LanammeUCR y parte del equipo auditor encargado del desarrollo del informe, a saber, Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, Ing. Raquel Arriola Guzmán, Ing. Víctor Cervantes Calvo, Ing. Wendy Sequeira e Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo.

Dado que no se recibió respuesta de la parte auditada en el plazo indicado, se procedió a enviar el oficio LM-AT-167-2011 por parte de Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, dirigido a los convocados a la audiencia, donde se señala que por tanto y de acuerdo con los procedimientos de auditoría, al no recibir comentarios relacionados al informe en el período indicado, se procederá a emitir cada uno de los informes en su versión definitiva para ser remitidos a las instituciones que especifica la ley.

Así mismo, es importante resaltar que por la situación descrita y de acuerdo a los procedimientos de auditoría técnica, una vez señalado, se procedió con la emisión del informe final.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 8 de 48
----------------------------	---	----------------



6. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO VIAL

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con el cartel de licitación, la carretera existente presenta en su superficie de ruedo materiales granulares expuestos, de espesor variable, con un ancho promedio de 5,50 metros, la topografía es plana, un alto índice de lluvia y los radios de curvatura son reducidos, además el sistema de evacuación pluvial no es el más adecuado provocando con ello desbordamientos sobre la carretera, afectando propiedades aledañas a la misma y la circulación vehicular y peatonal.

Los planos constructivos de la carretera y su diseño fueron elaborados por CACISA Ingenieros Consultores S.A., empresa contratada por el CONAVI.

El proyecto fue adjudicado a la Constructora Hernán Solís S.R.L y de acuerdo con el cartel de licitación los trabajos a realizar consistieron en:

1. Sección 1: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal
 - Construcción de los puentes sobre las Quebradas San Pedro y Quesera
 - Construcción de alcantarilla de cuadro en la estación 0+200
 - Se deberá realizar la demarcación vial horizontal con pintura y captaluces en toda la longitud de esta sección y la colocación de las señales verticales que se indican en los planos constructivos o en su defecto la unidad supervisora del proyecto.

2. Sección 2: Jicaral-Lepanto (Sección evaluada en el presente informe)
 - Conformar y compactar al 95% (noventa y cinco por ciento) del Próctor modificado.
 - Colocar una subbase mejorada con cemento portland de 0,30 metros de espesor compactado.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 9 de 48
----------------------------	---	----------------



- Colocar una base estabilizada con cemento portland (tipo BE-25 de 25 kg/cm²) de 0,20 metros de espesor compactado.
 - Colocar una carpeta asfáltica de 0,05 metros de espesor compactado
 - Realizar la demarcación vial horizontal con pintura y captaluces en toda la longitud del proyecto y la colocación de las señales verticales que se indican en los planos constructivos o en su efecto la unidad supervisora del proyecto.
3. Diseño y construcción del puente sobre el Río Lepanto:
- Diseño: longitud de 20 (veinte) metros y un ancho de 13 (trece) metros desglosado de la siguiente manera:
 - Calzada de 7,30 metros
 - Espaldón de 0,60 metros a ambos lados
 - Baranda separadora de puente (media New Jersey) de 0,60 metros a ambos lados
 - Paso peatonal de 1,65 metros a ambos lados
 - Baranda para puentes de acero a ambos lados

El monto original del contrato era de $\text{¢}5.258.221.822,80$ (colones) y el plazo de ejecución inicial de 136 días naturales contados a partir de la orden de inicio de la obra, dada el día 7 de diciembre del año 2010.

El proyecto tiene una longitud de 11,7 kilómetros, se ubica en la provincia de Puntarenas específicamente en la Ruta Nacional N°21. Iniciando la primera sección (Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal) en el km 117+490 y se continúa por la misma ruta por 3,1 km hasta la Quebrada Tronconal. La segunda sección Jicaral-Lepanto también se encuentra sobre la Ruta Nacional N°21, iniciando en la comunidad de Jicaral y continúa hasta la comunidad de Lepanto, para una longitud de 8,6 km.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 10 de 48
----------------------------	---	-----------------



Figura 1. Ubicación del proyecto. Secciones: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto

6.2 PREVALENCIA DE DOCUMENTOS

A continuación se enlista la documentación del ordenamiento jurídico aplicable y que forma parte integral del contrato:

- El Cartel de Licitación, sus modificaciones y aclaraciones.
- La oferta del adjudicatario y cualquier manifestación que este realizare con posterioridad a la apertura de las ofertas y que fuere aceptada por la Administración.
- El acto de adjudicación de la Licitación.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77)¹
- Manual de Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica (MC-83)

¹ La Disposición Vial AM-01-2001 actualiza las secciones 400.01 al 401.09 del capítulo 400 del CR -77.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 11 de 48
----------------------------	---	-----------------

- Disposiciones para la Construcción y la Conservación Vial emitidas en octubre de 2002 que se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1. Disposiciones vigentes para la construcción y la conservación vial

Identificación	Tema	Subtema
AD-01-2001	Administración	Presentación del tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial
AD-02-2001		Inscripción de consultores de calidad
AJ-01-2001	Asuntos jurídicos	Regulaciones en la ejecución de contratos de obra pública
AJ-02-2001		Uso del cuaderno de bitácora
AJ-03-2001		Procedimiento legal del finiquito de obra
AM-01-2001	Actualización de manuales de la administración	CR-77 capítulo 400, sección 400, del 401.01 al 401.09 inclusive
AM-02-2001		MC-83 capítulo 10, sección 10.7, página 10-17
AM-03-2001		CR-77 capítulo 400, sección 401.12
AM-04-2001		Procedimiento para el control de calidad del cemento asfáltico durante el trasiego y manipulación en PMAC
CF-01-2001	Costos, formas de pago	Renglón de pago 109.04
GA-01-2001	Gestión ambiental	Introducción a la gestión ambiental
GA-02-2001		En instalaciones provisionales y salud ocupacional
GA-03-2001		En fuentes de materiales y plantas trituradoras
GA-04-2001		En el manejo de desechos sólidos
GA-05-2001		En la producción de mezcla asfáltica
MN-01-2001	Materiales, normas, diseño y especificaciones	Diseño y fórmula de mezclas para el trabajo
MN-02-2001		Renglones de pago de conservación vial
MN-03-2001		Normativa de cementos asfálticos
MN-04-2001		Ensayo de estabilidad y flujo Marshall
PP-01-2001	Planeamiento, programas, informes	Programas de trabajo
PP-02-2001		Informe gerencial mensual
SC-01-2001	Supervisión, calidad	Dispositivos de seguridad en obras viales
SC-02-2001		Constancias de calidad
SC-03-2001		Aseguramiento de la calidad
GL-01-2001	Glosario	Glosario



7. ANTECEDENTES

La Unidad de Auditoría Técnica inicia el proceso de evaluación de la calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada el día 29 de abril de 2010 mediante el oficio LM-AT-070-10, en el cual se comunica se iniciarán las visitas a las planta de producción y al proyecto para recolectar muestras de mezcla asfáltica.

Los días 29 y 30 de junio se extraen núcleos de la carpeta asfáltica en el proyecto desde el estacionamiento 0+000 hasta el estacionamiento 8+300. Además durante los días del 11 al 20 de mayo de 2011 se tomaron muestras de la mezcla asfáltica producida, de los cuales se adjuntan los resultados de ensayo para el contenido de asfalto y la granulometría de la extracción.

8. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

La fiscalización que realiza la Auditoría Técnica del LanammeUCR es un proceso independiente, basado en normas y procedimientos establecidos, aplicando criterios objetivos en procura de lograr el cumplimiento del alcance y los objetivos definidos para cada uno de los estudios desarrollados. Este proceso no limita a que algunas actividades puedan realizarse en conjunto con el auditado.

Durante el proceso de auditoría realizado por la Auditoría Técnica del LanammeUCR se tomaron muestras de la mezcla asfáltica en caliente producida y colocada en la carpeta asfáltica de la ruta por un periodo definido². Las muestras fueron tomadas de manera aleatoria tanto en la planta de producción, las cuales fueron posteriormente ensayadas por el Laboratorio de Mezclas Bituminosas del LanammeUCR. Los ensayos realizados

² Los días 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19 y 20 de mayo de 2011 se obtuvo muestra de la producción de mezcla asfáltica.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 13 de 48
----------------------------	---	-----------------



consistieron en determinar el valor del contenido de asfalto (ASTM D-6307 /ASTM-D-95) y la composición granulométrica (ASTM D 5444) de cada una de las muestras.

Al mismo tiempo se obtuvieron muestras de cada uno de los materiales utilizados en la producción, tanto de ligante asfáltico como de material granular de cada uno de los apilamientos utilizados: fracción gruesa, intermedia y fina. El propósito de recolectar dichos materiales es establecer el factor de corrección tipificado para el ensayo de contenido de asfalto (ASTM D 6307), como parte del factor de corrección se determina también el contenido de humedad (ASTM D-95) presente en cada una de las muestras de mezcla asfáltica.

En la Tabla 2 se presenta, cronológicamente, el detalle de las muestras de mezcla asfáltica en caliente tomadas y se especifica el lugar correspondiente al punto donde se tomó la muestra.

Tabla 2. Detalle de los muestreos en los cuales se tomaron las muestras de mezcla asfáltica en caliente.

	Muestra	Fecha	Sitio
1	0913-11	11/05/11	Planta
2	0914-11	12/05/11	Planta
3	0915-11	13/05/11	Planta
4	0955-11	16/05/11	Planta
5	0956-11	18/05/11	Planta
6	0957-11	19/05/11	Planta
7	0958-11	20/05/11	Planta

El informe de diseño de mezcla vigente para la producción de la mezcla asfáltica en caliente corresponde al informe N° 083-2011, enviado a esta auditoría mediante el oficio de GCTI-11-0583 del 13 de julio de 2011 por la Ingeniería de Proyecto. En la Tabla 3 se resumen los parámetros generales definidos en el diseño de mezcla asfáltica.

Tabla 3. Parámetros generales del diseño de mezcla asfáltica según informe N° 083-2011 emitido por LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Parámetro	Valor
Contenido óptimo de asfalto	6,0 % (sobre el peso de mezcla)
Proporción de agregados	48 % (Fracción de finos)
	35 % (Fracción de intermedios)
	17 % (Fracción de gruesos)
Granulometría de diseño	12,5 mm

Adicionalmente, se realizó una extracción de núcleos de la carpeta asfáltica. La extracción de los núcleos la realizó el personal técnico del Laboratorio de Campo del LanammeUCR, encargado del muestreo, los días 29 y 30 de junio de 2011.

Para efectuar el análisis de espesores con respecto al diseño estructural definido para la ruta, se estableció tomar una muestra cada 500 metros alternando los sentidos de circulación (derecho e izquierdo) procurando abarcar toda la longitud del proyecto. En total se tomaron 17 muestras, según se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Detalle de los estacionamientos correspondientes a la extracción de los núcleos, realizada por el LanammeUCR en la carpeta asfáltica.

N° de Núcleo	Estacionamiento	Sentido	Ubicación Transversal (cm)
1	0+500	Lepanto-Jicaral	255
2	1+000	Jicaral-Lepanto	205
3	1+500	Lepanto-Jicaral	175
4	2+000	Jicaral-Lepanto	205
5	2+500	Lepanto-Jicaral	165
6	3+000	Jicaral-Lepanto	110
7	3+500	Lepanto-Jicaral	220
8	4+000	Jicaral-Lepanto	210
9	4+500	Lepanto-Jicaral	155
10	5+000	Jicaral-Lepanto	160
11	5+500	Lepanto-Jicaral	130

Nº de Núcleo	Estacionamiento	Sentido	Ubicación Transversal (cm)
12	6+000	Jicaral-Lepanto	190
13	6+500	Lepanto-Jicaral	185
14	7+000	Jicaral-Lepanto	200
15	7+500	Lepanto-Jicaral	220
16	8+000	Jicaral-Lepanto	133
17	8+300	Lepanto-Jicaral	160

9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las muestras extraídas y la recolección y análisis de evidencias.

Se entiende como hallazgo de auditoría técnica, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento. Por otra parte, una observación de auditoría técnica se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Por lo tanto las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que prevengan el riesgo potencial de incumplimiento.



9.1 HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA

Las diversas propiedades que define la metodología de diseño de mezcla tienen como principal objetivo establecer la combinación más económica de los agregados y el asfalto que permita al pavimento en servicio ser durable, tener mayor resistencia a la deformación y a la presencia de humedad. Mediante este proceso (diseño de mezcla) se establecen los requisitos y las tolerancias especificados que debe cumplir la mezcla asfáltica según la metodología que se emplee.

El monitoreo del proceso de producción, como parte del proceso de control de calidad, mediante la comparación de los resultados de los ensayos que se ejecutan con las especificaciones y la fórmula de trabajo, se realiza con el propósito de detectar posibles variaciones del proceso productivo que permitan efectuar modificaciones o ajustes correctivos, además, que habilita en algunas situaciones evaluar o reformular el diseño de la mezcla asfáltica utilizada en el proceso de pavimentación.

9.1.1 Sobre la mezcla asfáltica producida

Hallazgo N° 1: Se observa que 2 de las 7 muestras analizadas presentan valores de contenido de asfalto fuera del rango óptimo $\pm 0,5\%$ (5,5 %- 6,5 %) establecido en el diseño de mezcla vigente.

Los requisitos para la mezcla asfáltica señalados en las especificaciones nacionales, apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001, establecen que la variabilidad permitida para el parámetro de contenido de asfalto debe mantenerse en $\pm 0,5\%$ con respecto al valor óptimo de asfalto determinado en el diseño de mezcla.

De acuerdo con el diseño de mezcla vigente³ para la producción de la mezcla asfáltica en caliente, identificado como informe N° 083-2011 emitido por LGC Ingeniería de Pavimentos S.A, el valor óptimo de asfalto está definido como $6,0 \pm 0,5\%$ sobre el peso

³ Enviado a la Auditoría Técnica mediante el oficio de GCTI-11-0583 del 13 de julio de 2011.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 17 de 48
----------------------------	---	-----------------

de la mezcla, lo cual define que los límites permisibles del rango de contenido óptimo de asfalto para la mezcla asfáltica producida son 5,5 % y 6,5 %.

Al realizar el análisis de los resultados de ensayo reportados en el Informe de Ensayo I-0714-11, se evidencia que 2 de los resultados de contenido de asfalto son menores al límite inferior permisible, para las muestras 914-11 y 915-11, respectivamente.

En la Figura 2 se presentan gráficamente los resultados de los ensayos de las muestras analizadas. Se indica el valor meta que corresponde al contenido óptimo de asfalto, así como los límites del rango óptimo, de acuerdo con los datos del informe de diseño de mezcla vigente.

Se denota que la mayoría de los resultados de contenido de asfalto de los restantes días de producción se encuentran entre el contenido óptimo de asfalto y el límite superior.

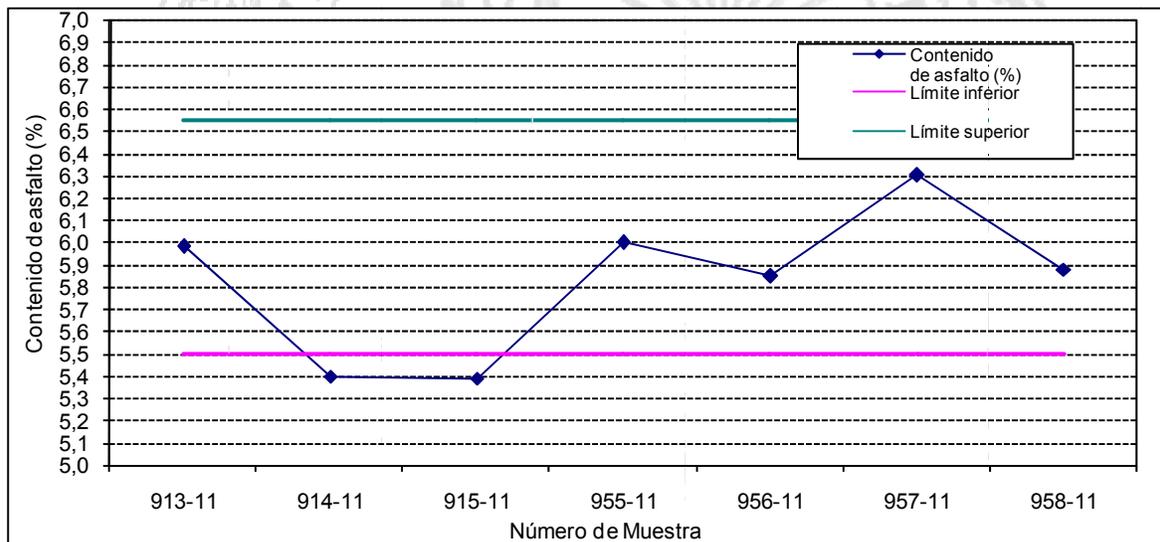


Figura 2. Gráfico de los resultados de contenido de asfalto en las muestras de mezcla asfáltica ensayadas.

En la Tabla 5 se resumen los resultados obtenidos para cada una de las muestras analizadas y se resaltan los resultados que se encuentran fuera del rango óptimo de contenido de asfalto.

Tabla 5. Resultados reportados en el informe de ensayo I-0714-10 emitido por el Laboratorio de Infraestructura Vial del LanammeUCR el 28 de octubre de 2011

Muestra	Fecha	Punto de muestreo	Contenido (%)		
			Agua	Asfalto	
<i>Límite inferior</i>				5,5	
<i>Límite superior</i>				6,5	
1	0913 -11	11/05/11	Planta	0,36	5,98
2	0914 -11	12/05/11	Planta	0,41	5,40
3	0915 -11	13/05/11	Planta	0,44	5,39
4	0955 -11	16/05/11	Planta	0,35	6,00
5	0956 -11	18/05/11	Planta	0,38	5,85
6	0957 -11	19/05/11	Planta	0,36	6,30
7	0958 -11	20/05/11	Planta	0,36	5,88
Promedio				0,4	5,8
Desv. Estándar				0,03	0,33

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación: Apartado 401.06 "Requisitos para la mezcla asfáltica" de la Disposición Vial AM-01-2001.

Al presentarse una cantidad de asfalto menor al requerido en el diseño de mezcla, es posible que no se logre cubrir todo el agregado mineral que conforma la mezcla asfáltica provocando desnudamiento.

Hallazgo N° 2: Los resultados granulométricos reportados para la combinación granulométrica cumplen, en su mayoría, los límites de especificación para la granulometría de diseño aplicada (tamaño máximo nominal de 12,5 mm) establecidos en la Disposición Vial AM-01-2001.

Los resultados de la composición granulométrica de las muestras de mezcla asfáltica analizadas se detallan en la Tabla 6. Dichos resultados corresponden al ensayo ASTM D-5444 "Análisis mecánico del agregado extraído" que realizó el laboratorio del LanammeUCR, los cuales fueron reportados en el informe identificado como I-0714-11 emitido por el Laboratorio de Infraestructura Vial el 28 de octubre de 2011.

Tabla 6. Resultados de composición granulométrica reportados por el Laboratorio de Infraestructura Vial del LanammeUCR mediante el informe I-0714-11 recibido por la auditoría el 28 de octubre del 2011.

Muestra	Fecha muestreo	Muestreo.	Mallas									
			19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (Nº4)	2,36 mm (Nº8)	1,18 mm (Nº16)	600 µm (Nº30)	300 µm (Nº50)	75 µm (Nº200)	
Límite inferior[‡]			100	90	70	45	28	16	9	5	2	
Límite superior[‡]			100	100	90	65	39	26	19	16	8	
1	0913 -11	11/05/11	Planta	100,0	95,9	82,8	53,0	36,2	25,7	19,4±0,1	14,7	7,99
2	0914 -11	12/05/11	Planta	100,0	95,2	83,5	51,8	35,9	25,8	19,5±0,1	14,8	7,82
3	0915 -11	13/05/11	Planta	100,0	93,9	84,5	51,0	34,5	24,6	18,6	14,1	7,63
4	0955 -11	16/05/11	Planta	100,0	95,4	82,1	46,3	30,9	21,9	16,5	12,5	6,71
5	0956 -11	18/05/11	Planta	100,0	95,3	83,7	48,7	31,4	21,5	15,9	11,9	6,25
6	0957 -11	19/05/11	Planta	100,0	97,9	86,7	55,5	35,7	24,1	17,9	13,6	7,47
7	0958 -11	20/05/11	Planta	100,0	95,0	85,1	53,8	34,5	23,5	17,4	13,1	7,32
Promedio				100,0	95,5	84,1	51,5	34,2	23,9	17,9	13,5	7,3
Desv. Estándar				0,0	1,20	1,53	3,12	2,2	1,7	1,4	1,1	0,6

‡ Según la Tabla 1 del apartado 401.04.02.01 de la Disposición Vial AM-01-2001

De los resultados presentados en la Tabla 6 se determina que la mayoría de los resultados (98%) cumplen satisfactoriamente los requisitos establecidos con respecto a los límites de tamaño granulométrico establecidos en la Tabla 1 de la Disposición Vial AM-01-2001 para la granulometría de diseño para agregado con tamaño máximo de 12,5 mm. Sin embargo dos valores reportados para las muestras 913-11 y 914-11 exceden ligeramente el límite superior definido en las especificaciones mencionadas para la malla Nº 30, posteriormente se determinará mediante análisis estadístico el nivel de cumplimiento de las especificaciones para este parámetro .

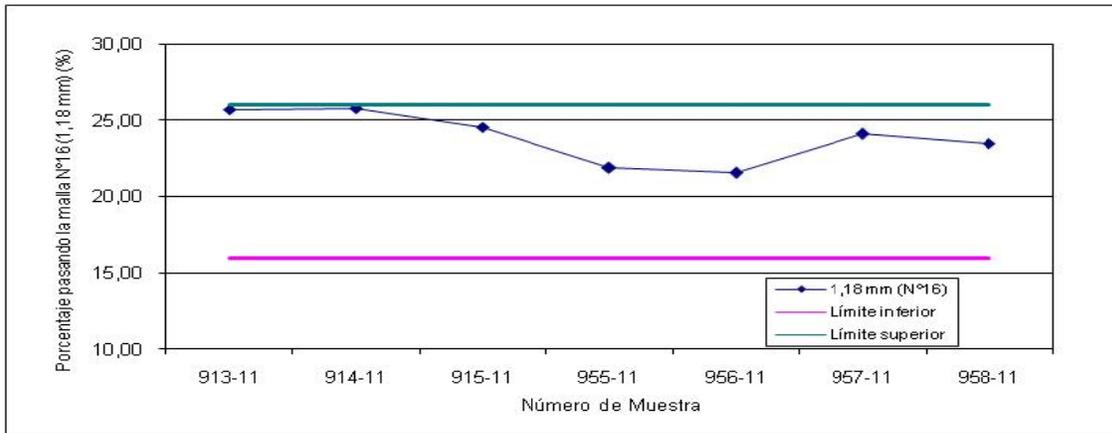
Además se denota que los resultados para los tamaños granulométricos Nº 16, Nº 30 y Nº 200 se encuentran muy cercanos, inclusive en algunos casos sobre el límite superior de la especificación, tal como se muestra en las figura 3. Las graduaciones que se aproximan a la cantidad máxima permitida, produce una mayor presencia de material incidiendo en las características de la mezcla asfáltica y en consecuencia en la superficie del pavimento confiriendo una textura más fina.



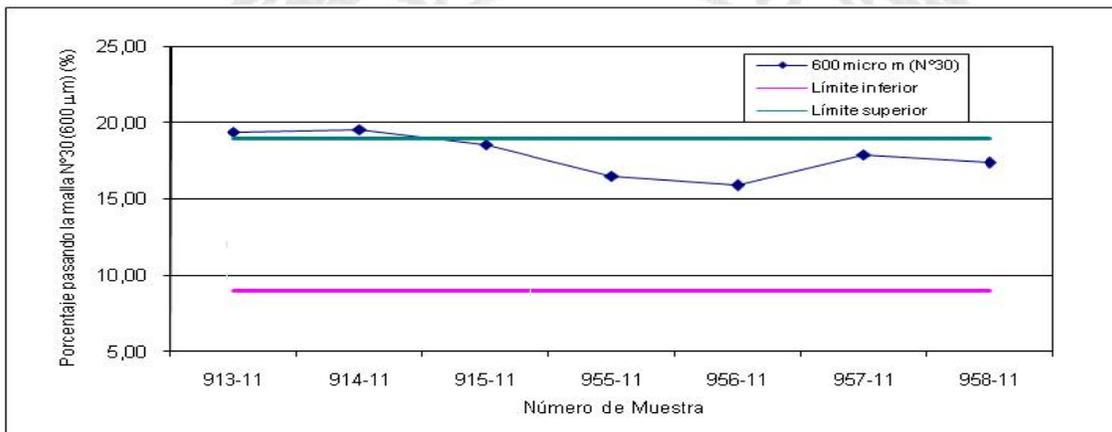
El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación: Tabla 1 Apartado 401.04.02.01 Graduación de la combinación de agregados" de la Disposición Vial AM-01-2001.

Exceder la proporción de tamaño granulométrico establecido en el diseño de mezcla puede provocar una mayor demanda en la cantidad de asfalto para lograr recubrir los agregados que componen la mezcla asfáltica, esto adquiere mayor importancia con las fracciones más finas del agregado (malla N° 16, 30 y 200), ya que pequeños incrementos pueden demandar gran parte del asfalto añadido a la mezcla, provocando variaciones en la densidad, estabilidad y tenacidad de la mezcla. Además altos contenidos de material fino (malla N° 200) pueden afectar el módulo de rigidez de la mezcla y por ende el comportamiento de la carpeta asfáltica compactada, asimismo al existir una mayor cantidad de mastic (argamasa de ligante y filler) podría favorecer la migración del mastic asfáltico a la superficie de la carpeta, por la acción del tránsito.

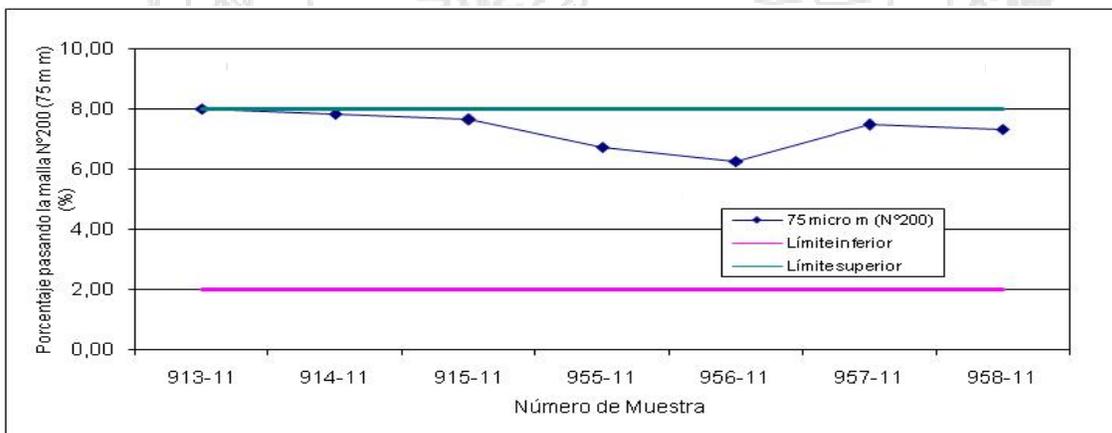
Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 21 de 48
----------------------------	---	-----------------



a.



b.



c.

Figura 3. Resultados de ensayo para los tamaños granulométricos N° 16, N° 30 y N° 200.



9.1.2 Sobre la mezcla asfáltica colocada

Hallazgo N° 3: Se comprobó que 5 de los 17 núcleos extraídos tienen un espesor menor al espesor establecido de 50 mm.

El diseño estructural de pavimentos del proyecto Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 21, Secciones: Quebrada San Pedro-Tronconal-Jicaral-Lepanto, establece que el espesor del paquete estructural de la carpeta asfáltica es de 50 mm según se detalla en la Licitación Pública No 2008LN-000023-DI.

Durante el proceso de extracción de los núcleos, se procedió a determinar el espesor total de la capa de asfalto. Los núcleos se extrajeron cada 500 m, aproximadamente, alternando los carriles según el sentido de circulación (cada kilómetro por sentido de circulación). En la Tabla 7 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 7. Resultados del espesor de los núcleos extraídos de la carpeta asfáltica colocada en el proyecto reportados por el Laboratorio de Infraestructura Vial del LanammeUCR mediante el Informe I-0922-11.

N° de Núcleo	Estacionamiento extracción	Sentido	Promedio espesor cortados (mm)	Promedio diámetro (mm)
1	0+500	Lepanto-Jicaral	46,61	100,81
2	1+000	Jicaral-Lepanto	59,29	100,83
3	1+500	Lepanto-Jicaral	52,84	100,86
4	2+000	Jicaral-Lepanto	43,67	100,81
5	2+500	Lepanto-Jicaral	61,02	100,81
6	3+000	Jicaral-Lepanto	37,81	100,75
7	3+500	Lepanto-Jicaral	47,71	100,91
8	4+000	Jicaral-Lepanto	48,18	100,87
9	4+500	Lepanto-Jicaral	53,62	100,81
10	5+000	Jicaral-Lepanto	63,19	100,91
11	5+500	Lepanto-Jicaral	71,22	100,90
12	6+000	Jicaral-Lepanto	70,56	100,85
13	6+500	Lepanto-Jicaral	60,78	100,92
14	7+000	Jicaral-Lepanto	58,20	100,86
15	7+500	Lepanto-Jicaral	66,01	100,87

Nº de Núcleo	Estacionamiento extracción	Sentido	Promedio espesor cortados (mm)	Promedio diámetro (mm)
16	8+000	Jicaral-Lepanto	59,11	100,89
17	8+300	Lepanto-Jicaral	63,17	100,89
Promedio			56,68	100,85
Desviación estándar			9,48	0,05

De los resultados incluidos en la Tabla 7 se puede evidenciar que los núcleos extraídos en los estacionamientos 0+500, 2+000, 3+000, 3+500 y 4+000 presentan resultados menores a 5 cm, incluso llegando a reportar un valor de 3,8 cm en la sección 3+000. Al analizar los resultados de espesor de todos los núcleos que se detallan en la Tabla 7 se puede determinar que el espesor promedio de la carpeta asfáltica es de 5,7 cm y la desviación estándar de las mediciones es igual al 16,7% del promedio. Adicionalmente, se determinó que 7 de 17 datos tienen valores de espesor mayor o igual a 6 cm.

Tabla 7a. Resultados del espesor de los núcleos extraídos, acomodados por sentido, de la carpeta asfáltica colocada en el proyecto reportados por el Laboratorio de Infraestructura Vial del LanammeUCR mediante el Informe I-0922-11.

Lepanto-Jicaral

Nº de Núcleo	Estacionamiento extracción	Promedio espesor cortados (mm)
1	0+500	46,61
3	1+500	52,84
5	2+500	61,02
7	3+500	47,71
9	4+500	53,62
11	5+500	71,22
13	6+500	60,78
15	7+500	66,01
17	8+300	63,17

Jicaral-Lepanto

Nº de Núcleo	Estacionamiento extracción	Promedio espesor cortados (mm)
2	1+000	59,29
4	2+000	43,67
6	3+000	37,81
8	4+000	48,18
10	5+000	63,19
12	6+000	70,56
14	7+000	58,20
16	8+000	59,11

Al disponer los datos por sentido de carril sea hacia Lepanto-Jicaral ó Jicaral-Lepanto (Tabla 7a), se denota que 3 de estos resultados corresponden a una sección de aproximadamente 2000 m (2+000 a 4+000) por lo que debe ser mayormente estudiada, sea determinando el perfil de espesor existente o analizando la posible reducción en el periodo de operación.

En la Figura 4 se muestra gráficamente el perfil de los espesores de los núcleos extraídos por el personal del LanammeUCR con respecto al estacionamiento de extracción.

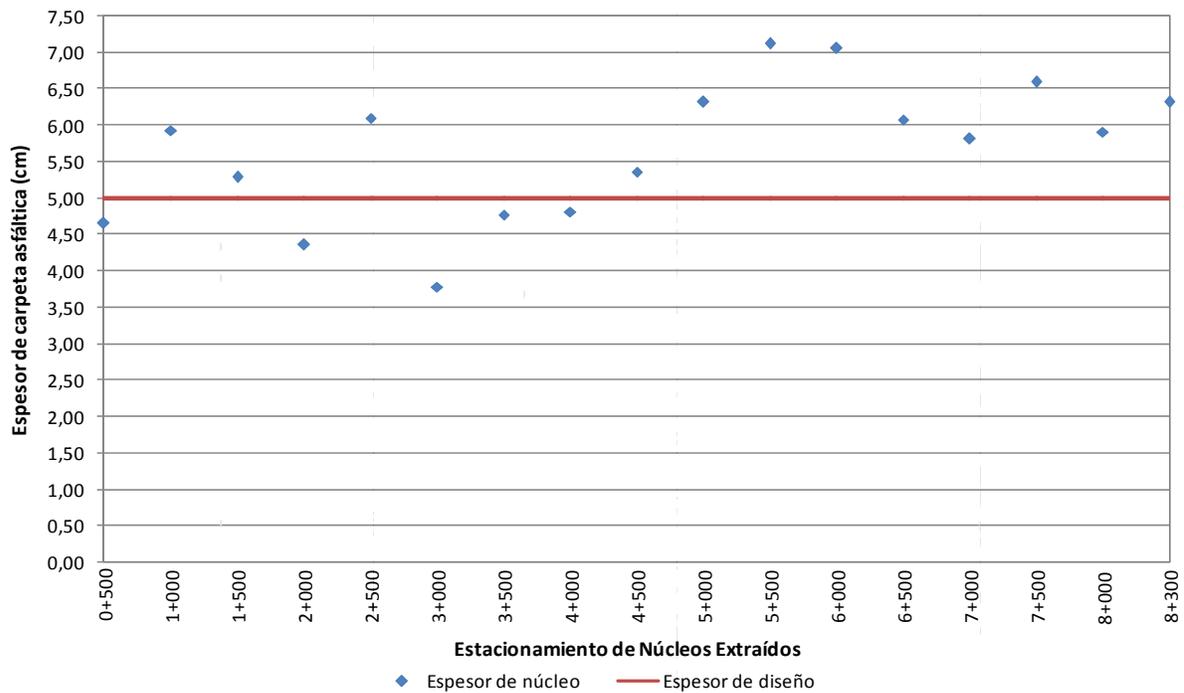


Figura 4. Comportamiento de los datos de espesor medido de los núcleos extraídos de la carpeta asfáltica.

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente, se detalla a continuación: Licitación Pública No 2008LN-000023-DI.



Es fundamental que la Administración tome en consideración que los núcleos extraídos representan el comportamiento de un tramo de carretera, por lo que se deduce que existen tramos de carpeta asfáltica en donde el espesor colocado es menor al espesor establecido en el diseño estructural. Asimismo, la Administración debe analizar la posibilidad de enfrentar problemas de durabilidad o desempeño ante las cargas de tránsito futuras. De igual manera es recomendable examinar el espesor colocado a lo largo de este proyecto debido a la dispersión de espesor determinada de aproximadamente 2,5 cm en el sentido Lepanto-Jicaral y de 3,3 cm en el sentido Jicaral-Lepanto.

9.2 OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA

Como se indicó anteriormente, las observaciones se fundamentan en normativas o especificaciones que no son documentos contractuales, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería y a la experiencia internacional.

Como parte del proceso de auditoría aplicado en este informe, se analiza parte de la información aplicando los conceptos y las especificaciones establecidas en el “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010” con el propósito de hacer manifiesta la importancia y de esta manera promover la aplicación de herramientas estadísticas en el control de procesos de producción de materiales y procesos constructivos.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 26 de 48
----------------------------	---	-----------------



9.2.1 Sobre la variabilidad estadística del espesor de la mezcla asfáltica colocada

Observación N° 1: Se determina que el espesor de la mezcla asfáltica colocada presentan una variabilidad significativa⁴.

De forma similar a los parámetros de la mezcla asfáltica se analiza la homogeneidad en cuanto a dimensión de espesor de la carpeta asfáltica colocada, evaluando la variabilidad de los resultados obtenidos de los núcleos extraídos de carpeta asfáltica mediante estimadores estadísticos, aplicando el procedimiento establecido en la sección 107.05 “Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)” del “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010”, (ver Anexo 2), con el propósito de evidenciar la importancia de la aplicación de herramientas estadísticas en el control de procesos constructivos.

En el diseño de la estructura del pavimento se establece que el espesor de carpeta asfáltica a colocar es de 5 cm. Como los diseños estructurales de pavimento no acostumbran a indicar un espesor máximo de carpeta asfáltica, la evaluación del porcentaje de cumplimiento se efectúa con respecto al límite inferior, únicamente.

Aplicando la Tabla 107-2 “Factor de calidad”. Bajo estas condiciones, para un conjunto de 17 datos, la variabilidad máxima permitida ó el porcentaje de valores fuera de los límites de especificación es de un 15,73%, para considerar que el parámetro analizado, y por ende la mezcla asfáltica producida, posee una calidad aceptable. Visto de otra manera el porcentaje de valores que probablemente cumplan con las especificaciones, o sea están dentro de los límites de especificación, es de 84,27%. Los índices de calidad estimados para el parámetro de espesor se indican en la Tabla 8.

⁴ Variabilidad significativa se refiere a que la probabilidad de incumplimiento es alta.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 27 de 48
----------------------------	---	-----------------

Tabla 8. Índices de calidad y variabilidad de los resultados de espesor de los núcleos extraídos de la carpeta asfáltica colocada

Índice de calidad Parámetro	Q _L	Q _U	Variabilidad	
			Fuera de los límites de especificación	Dentro de los límites de especificación
Valor porcentual especificado en CR-2010	--	--	Máx. 15,73%,	min. 84,27%.
Espesor (todo proyecto)	0,70	0,00	24,10%	75,90%
Lepanto-Jicaral	0,97	0,00	16,70%	83,30%
Jicaral- Lepanto	0,46	0,00	32,30%	67,70%

Como se observa en la tabla anterior el espesor de los núcleos medidos en sitio durante el proceso de auditoría técnica, presentan un porcentaje de incumplimiento de 24,10%, que es mayor al 15,73% definido en la sección 107.05 "Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)" del "Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010", por lo que se puede afirmar que la variabilidad del espesor de la carpeta asfáltica es significativa.

Normativa técnica que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación: 107.05 "Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)" del "Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010 y Licitación Pública No 2008LN-000023-DI.

Al determinarse, a partir del análisis estadístico, que existe una mayor variabilidad significativa en el sentido Jicaral-Lepanto (en donde el 32% de los valores se encuentran debajo del espesor de proyecto) se reafirma que la variación en el espesor es determinante por lo que la Administración debe investigar si el espesor colocado, en todo el proyecto, cumple con los términos contractuales.



9.2.2 Sobre la variabilidad estadística de la mezcla asfáltica producida

Observación N° 2: Se determina que existe variabilidad significativa⁵ en los datos de tamaño granulométrico para la malla N° 30 de las muestras ensayadas.

La aplicación de herramientas estadísticas para el análisis de los resultados de control y verificación de calidad es una actividad fundamental en cualquier proceso productivo, para predecir el nivel de calidad del producto, corregir y prevenir desviaciones y mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de producción. Las herramientas estadísticas de control de procesos evalúan no sólo los resultados fuera de los límites de especificación, sino también la variabilidad del proceso, la cual puede aumentar la probabilidad de que el producto no cumpla con el nivel de calidad establecido por las especificaciones como resultado de la variabilidad inherente del proceso.

Por esta razón y con el propósito de aportar elementos que permitan acrecentar la calidad de los productos que se utilizan en las labores de construcción de infraestructura vial, la auditoría realiza una evaluación estadística de los resultados de la mezcla asfáltica obtenidos de las muestras tomadas y ensayadas por el personal técnico del LanammeUCR, aplicando el procedimiento establecido en la sección 107.05 “Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)” del “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010”, (ver Anexo 2), con el propósito de evidenciar la importancia de la aplicación de herramientas estadísticas en el control de procesos de producción

Los índices de calidad (Q_L y Q_U) se estiman a partir de los resultados de ensayo mostrados en la Tabla 5 para el contenido de asfalto y en la

⁵ Variabilidad significativa implica que, estadísticamente, la probabilidad de incumplimiento es alta

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 29 de 48
----------------------------	---	-----------------



Tabla 6 para cada una de las mallas de la combinación granulométrica y los límites de especificación establecidos en la Disposición Vial AM-01-2001, para cada uno de los parámetros analizados.

Los índices de calidad son estimadores del sesgo de los datos analizados con respecto al valor meta y son indicadores de la variabilidad existente en el conjunto de datos analizados.

Con los índices de calidad de los parámetros que se van a analizar (tamaño granulométrico y contenido de asfalto), se obtiene para cada uno el porcentaje de datos fuera de los límites de especificación, aplicando la Tabla 107-1 de la sección indicada del CR-2010. El porcentaje fuera de los límites de especificación es una estimación del porcentaje de producto que podría encontrarse fuera de los rangos de especificación para el periodo analizado.

Para el análisis que realiza la auditoría se consideran la variabilidad permitida para los parámetros de categoría I (menor variabilidad en el proceso productivo) que se indican en la Tabla 107-2 "Factor de calidad". Bajo estas condiciones, para un conjunto de 7 datos, la variabilidad máxima permitida ó el porcentaje de valores fuera de los límites de especificación es de un 17,450%, para considerar que el parámetro analizado, y por ende la mezcla asfáltica producida, posee una calidad aceptable. Visto de otra manera el porcentaje de valores que probablemente cumplan con las especificaciones, o sea están dentro de los límites de especificación, es de 85,550%. En la Tabla 9 se resumen los resultados del análisis realizado.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 30 de 48
----------------------------	---	-----------------

Tabla 9. Índices de calidad y variabilidad de los resultados de la mezcla asfáltica analizada.

Índice de calidad Parámetro	Q_L	Q_U	Variabilidad	
			% Fuera de los límites de especificación	% Dentro de los límites de especificación
Valor porcentual			Máx. 17,45%,	min. 82,55%.
Malla $\frac{3}{4}$ "	--	--	--	--
Malla $\frac{1}{2}$ "	4,59	3,73	0,3%	99,7%
Malla $\frac{3}{8}$ "	9,16	3,88	0,4%	99,6%
Malla Nº 4	2,07	4,34	4,0%	96,0%
Malla Nº 8	2,83	2,22	1,9%	98,1%
Malla Nº 16	4,64	1,26	12,5%	87,5%
Malla Nº 30	6,36	0,81	22,5%	77,5%
Malla Nº 50	7,85	2,26	3,2%	96,8%
Malla Nº 200	8,52	1,10	15,6%	84,4%
Contenido Asfalto	1,00	2,03	13,5%	86,5%

Del análisis de los resultados que se presentan en la Tabla 9 se concluye que la variabilidad del tamaño granulométrico Nº 30 es mayor a la aceptable, ya que se determina que la variabilidad de dicho parámetro es de un 22,5%, mayor al 17,45% establecido en la tabla 107-2 "Factor de calidad", lo cual aumenta la posibilidad de que se produzcan incumplimientos de las especificaciones contractuales en la producción general.

Normativa técnica de referencia que respalda lo descrito anteriormente, se detalla a continuación: Sección 107.05 "Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)" del "Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010"



Al contrario, se observa que la variabilidad de los otros tamaños granulométricos y el contenido de asfalto no exceden en ninguno de los casos, el 17,45%, lo cual demuestra que éstos parámetros muestran una variabilidad no significativa, lo que permite deducir que la probabilidad de incumplimiento con respecto a las especificaciones contractuales es baja.

9.2.3 Sobre el diseño de la mezcla asfáltica

Observación N° 3: La tolerancia permitida para la granulometría propuesta en el diseño de mezcla (informe N° 083-2011) se restringe para lograr cumplir los límites de especificación para la malla N° 30.

Con el propósito de corroborar que la tolerancia de la granulometría de diseño determinada en el informe de diseño de mezcla N° 083-2011 cumple con las especificadas para la “Graduación de la combinación de agregados” en la Tabla 1 de la Disposición AM-01-2001, se realiza una comparación de los límites especificados para cada tamaño granulométrico con los valores extremos del rango, resultantes al aplicar la tolerancia establecida en la tabla mencionada. En la Tabla 10 se detallan los resultados de la comparación realizada.

Como resultado del análisis del rango de diseño, se evidenció que el porcentaje de agregado que pasa la malla N°30, se encuentran por encima del límite superior de especificación, lo cual restringe el rango de tolerancia permitido en 1 unidad (de 4).

Además el límite inferior del rango de diseño coincide con el límite inferior de especificación para las mallas de 1/2” y N° 4. De igual manera el límite superior del rango de diseño y el límite superior de especificación coinciden para la malla N° 16.

En la Tabla 10 se detalla la comparación efectuada y en la Figura 5 se muestra gráficamente la comparación entre los límites del rango de diseño y los límites de especificación.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 32 de 48
----------------------------	---	-----------------

Tabla 10. Granulometría del diseño de mezcla asfáltica de acuerdo con informe N° 083-2011

Mallas	Rango de especificación (1)	Tolerancia de granulometría (1) (2)	Granulometría de diseño	Rango de diseño (3)	Tolerancia real de granulometría (1) (2)
¾ (19,1 mm)	100	-----	100	100	-----
½ (12,5 mm)	90 – 100	± 5	95	90 – 100	± 5
⅜ (9,5 mm)	70 – 90	± 5	80	75 – 85	± 5
N° 4 (4,75 mm)	46 – 65	± 4	50	46 – 54	± 4
N° 8 (2,36 mm)	28 – 39	± 4	33	29 – 37	± 4
N° 16 (1,18 mm)	16 – 26	± 4	22	18 – 26	± 4
N° 30 (600 µm)	9 – 19	± 4	16	12 – 20	-4 / +3
N° 50 (300 µm)	5 – 16	± 4	11	7 – 15	± 4
N° 200 (75 µm)	2 – 8	± 2	5,8	3,8 – 7,8	± 2

(1) De acuerdo con los valores establecidos para la graduación de 12,5 mm en la Tabla 1 del apartado 401.04.02.01 de la Disposición Vial AM-01-2001.

(2) La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la granulometría de diseño, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta

(3) El rango de diseño se obtiene al aplicar la tolerancia a la granulometría de diseño propuesta.

Normativa técnica de referencia que respalda lo descrito anteriormente, se detalla a continuación: Tabla 1 Apartado 401.04.02.01 Graduación de la combinación de agregados" de la Disposición Vial AM-01-2001.

Cuando los límites del rango de diseño exceden los límites de especificación reduce el ámbito en el que puede variar la combinación granulométrica durante el proceso productivo, asimismo, la coincidencia entre los límites del rango de diseño y los límites de especificación, podría representar un riesgo potencial de incumplimiento como producto de la variabilidad propia del proceso de producción.

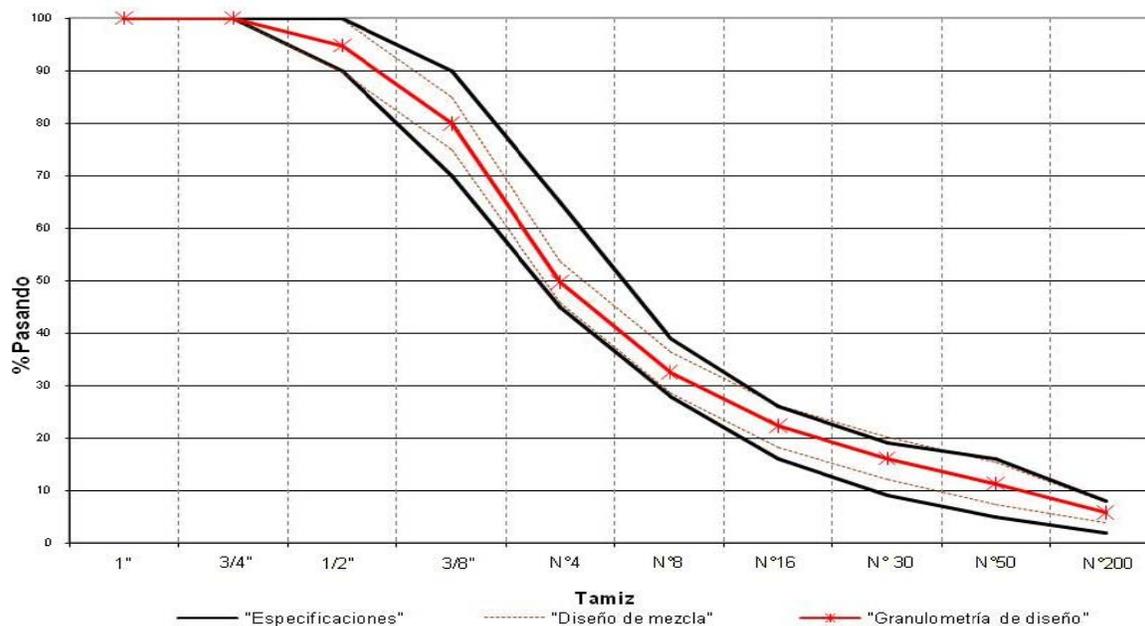


Figura 5. Gráfico comparativo de granulometría de diseño de mezcla, rango de diseño y límites de especificación según la Disposición Vial AM-01-2001

Tal como sucede con el tamaño granulométrico de la malla N°30 en donde la magnitud del rango se reduce en un 25% hacia el límite superior, lo cual implica que por condiciones del diseño de mezcla el porcentaje de agregado que pasa dicha malla solamente puede variar en una magnitud de 3%, y no en un 4% tal como lo permite la especificación.

El riesgo de incumplimiento se produce cuando la granulometría de trabajo se acerca a algún límite del rango de diseño, y este límite coincide con el límite de especificación, lo cual no permite tener un margen de seguridad para cumplir con la especificación y ajustar la granulometría durante el proceso productivo.



9.2.4 Sobre la consistencia del diseño de mezcla vigente durante el periodo de estudio

Observación Nº 4: El análisis del contenido de asfalto determina una disminución en el rango en el cual se cumplen los parámetros de vacíos y VFA que forman parte de los parámetros de diseño definidos en la Disposición Vial AM 01 2001 para la metodología Marshall y requisitos de la mezcla asfáltica.

La metodología de diseño de mezcla asfáltica tiene como finalidad fundamental encontrar la combinación adecuada de agregados minerales y cemento asfáltico, que permita brindarle a la mezcla asfáltica resultante una serie de características físicas y de resistencia que se establecen en los requisitos contractuales de calidad de la mezcla asfáltica.

La Disposición Vial AM-01-2001 define los requisitos que cuantifican la calidad de la mezcla asfáltica a través de la definición de valores límites de algunos parámetros específicos para la mezcla asfáltica, tanto de la metodología Marshall y de características volumétricas, a saber: contenido de vacíos de la mezcla, estabilidad, flujo, vacíos en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos de asfalto (VFA), correspondientes de la metodología Marshall y el parámetro volumétrico de la relación polvo/asfalto. En la Tabla 11 se detallan los valores establecidos en las especificaciones contractuales para cada uno de los parámetros señalados.

En el informe LM-AT-41-09 “Evaluación de los diseños de mezcla asfáltica en caliente utilizados en actividades de conservación vial: cumplimiento de los requisitos técnicos de las especificaciones contractuales y normativa vigente” emitido en agosto de 2009, se detallan los conceptos fundamentales del diseño de mezcla.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 35 de 48
----------------------------	---	-----------------

Tabla 11. Valores definidos para los parámetros de calidad en la Disposición Vial AM-01-2001.

Parámetro		Especificaciones
Estabilidad		Mínimo 800 kg
Flujo		20 a 40 ¹ / ₁₀₀ cm
Vacíos en la mezcla		3% a 5%
Relación polvo/asfalto		0,6 a 1,3
Vacíos en agregado mineral (VAM)		Mínimo 14%
Vacíos llenos de asfalto (VFA)		
Tráfico en millones de ejes equivalentes	Inferior a 0,3 (liviano)	70% a 80%
	De 0,3 a 3 (medio)	65% a 78%
	Superior o igual a 3 (pesado)	65% a 75%

Los valores establecidos en las especificaciones contractuales para todos los parámetros mencionados deben cumplirse dentro de la totalidad del rango óptimo de contenido de asfalto establecido en el diseño de mezcla analizado en Informe N° 083-2011, que en el caso de estudio corresponde a 6,0% ± 0,5% (5,5% a 6,5%). Sin embargo, al analizar el comportamiento de cada uno de los parámetros se observa que algunos no cumplen con los valores especificados en la totalidad del rango óptimo indicado.

En la Tabla 12 se muestra el resumen de los análisis realizados en donde se observa los límites máximos y mínimos del rango contenido de asfalto requeridos para el cumplimiento de cada uno de los parámetros con las especificaciones contractuales.

En la misma tabla se indica la restricción máxima del rango de contenido de asfalto que garantizaría el cumplimiento de la totalidad de los parámetros establecidos con los valores indicados en las especificaciones contractuales.

Tabla 12. Análisis del rango efectivo de contenido de asfalto para el informe N° 083-2011

Parámetro	Límites de especificación		Contenido de asfalto (5,50% a 6,50%)	
			Porcentaje de cumplimiento	
			Mínimo	Máximo
Estabilidad, kg	Mayor a 800		5,50	6,50
Flujo, 1/100 cm	20	40	4,73	6,50
Contenido de vacíos, %	5	3	5,68	6,49
Relación Polvo/asfalto	1,3	0,6	5,14	6,50
VMA	Mayor a 14		5,50	6,50
VFA EE ≥ 3 millones	65	75	5,42	6,11
VFA EE < 3 millones (§)	65	78	5,42	6,30
VFA EE < 300.000	70	80	5,78	6,42
Rango efectivo de contenido de asfalto (ver Figura 6)			5,68	6,30

(§) Rango de ejes equivalentes estimado en el diseño de mezcla 083-2011, para este proyecto.

Analizando los resultados de la Tabla 12 se determina que:

- El parámetro de estabilidad es mayor a 800 kg en todo el rango de contenido de asfalto, cumpliendo las especificaciones de este parámetro, (inciso a. del apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001).
- Se cumple con el rango del parámetro de flujo (20 a 40 $1/100$ cm indicado en el inciso b. del apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001) en todo el rango de contenido de asfalto.
- El límite inferior del rango de contenido de asfalto debe aumentarse de 5,50% a 5,68% para que los vacíos de la mezcla no sobrepasen el valor de 5% especificado. El límite superior sí cumple con inciso d. del apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001, ya que con 6,49% de contenido de asfalto se obtiene un porcentaje de vacíos de 3.



- Se cumple con el rango del parámetro de relación polvo/asfalto requerido por las especificaciones de 0,6 a 1,3 indicado en el inciso e. del apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001) en todo el rango de contenido de asfalto.
- Los vacíos en el agregado mineral son superiores al valor mínimo de 14% en todo el rango de contenido de asfalto (inciso f. del apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001).
- Según lo que se indica en el informe de diseño de mezcla asfáltica INF. 083-2011 el tránsito que se estima para la ruta se clasifica como medio (inferior a 3 millones de ejes equivalentes), por lo que el parámetro de VFA (inciso i. del apartado 401.06 de la Disposición Vial AM-01-2001) debe mantenerse entre 65% y 78%. Al analizar el diseño de mezcla se obtiene que el límite inferior del rango de contenido de asfalto cumple para que el valor de VFA no sea menor a 65%, sin embargo, el límite superior del rango de contenido de asfalto debe reducirse de 6,50% a 6,30% para que el valor del VFA no exceda 78%. Por lo que para cumplir con este parámetro se debe producir en un rango de contenido de asfalto de 5,50% a 6,30%.

En la Figura 6 se muestra un resumen de todos los parámetros previamente analizados. Se observa que el rango de contenido de asfalto en el cual la mezcla cumpliría con los valores establecidos en las especificaciones contractuales para los parámetros de estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla, VMA, VFA y relación polvo/asfalto, se reduce en un 39%. Esto implica que habría que reducir la variación permitida de $\pm 0,5\%$ a $\pm 0,30\%$; aproximadamente.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 38 de 48
----------------------------	---	-----------------

Cumplimiento de requisitos

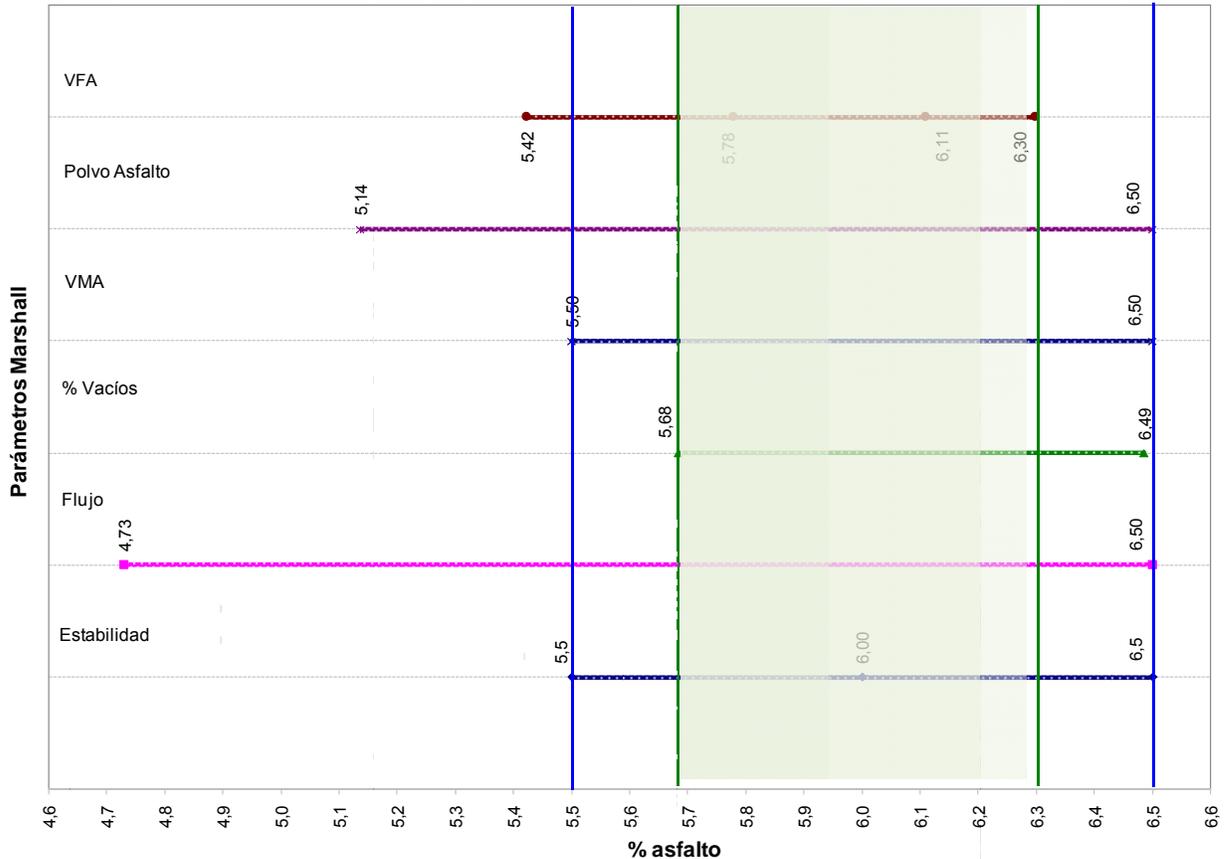


Figura 6. Análisis gráfico del rango efectivo de contenido de asfalto para el informe N° 083-2011

Normativa técnica de referencia que respalda lo descrito anteriormente, se detalla a continuación: Apartado 401.06 "Requisitos para la mezcla asfáltica" de la Disposición Vial AM-01-2001.

Como resultado de este análisis se puede afirmar y advertir que el producir mezcla asfáltica en la totalidad del rango óptimo de contenido de asfalto implica un riesgo potencial de incumplimiento, debido a que en los extremos del rango existe una alta posibilidad de sobrepasar el valor de los requisitos establecidos en las especificaciones

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 39 de 48
----------------------------	---	-----------------



contractuales para los parámetros de contenido de vacíos de la mezcla y vacíos llenos de asfalto (VFA), lo cual no asegura la calidad de la mezcla asfáltica producida. Para determinar este aspecto debe analizarse los resultados de ensayos realizados a la mezcla asfáltica para determinar con certeza los valores de contenido de asfalto en donde fluctuó la producción de la mezcla asfáltica para este proyecto.

El incumplimiento del parámetro VFA es producto de varios factores, entre los cuales se encuentran la proporción fina y gruesa de la combinación granulométrica, la porosidad del agregado, el porcentaje de asfalto en la mezcla y el porcentaje de agregado fino y polvo mineral presente en la mezcla.

El exceder los rangos de especificación de dicho parámetro conlleva a deterioros por inestabilidad de la mezcla y exudación de asfalto; además se podrían manifestar problemas de trabajabilidad de la mezcla durante el proceso de colocación, entre otros efectos.

El contenido de vacíos se ve afectado por factores tales como angularidad del agregado fino y grueso, proporción de partículas planas o alargadas, relación existente entre la proporción fina y gruesa de la combinación granulométrica, porcentaje de asfalto en la mezcla, para mencionar algunas posibles causas.

El incumplimiento del contenido de vacíos en la mezcla asfáltica podría provocar, entre otros deterioros, deformaciones en la carpeta asfáltica (ahuellamiento) y reducción de la durabilidad por oxidación.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 40 de 48
----------------------------	---	-----------------



10. CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados de ensayo de laboratorio obtenidos en las muestras tomadas de mezcla asfáltica, núcleos de la carpeta asfáltica compactada, de las mediciones realizadas y los ensayos de laboratorio efectuados, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito principal de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

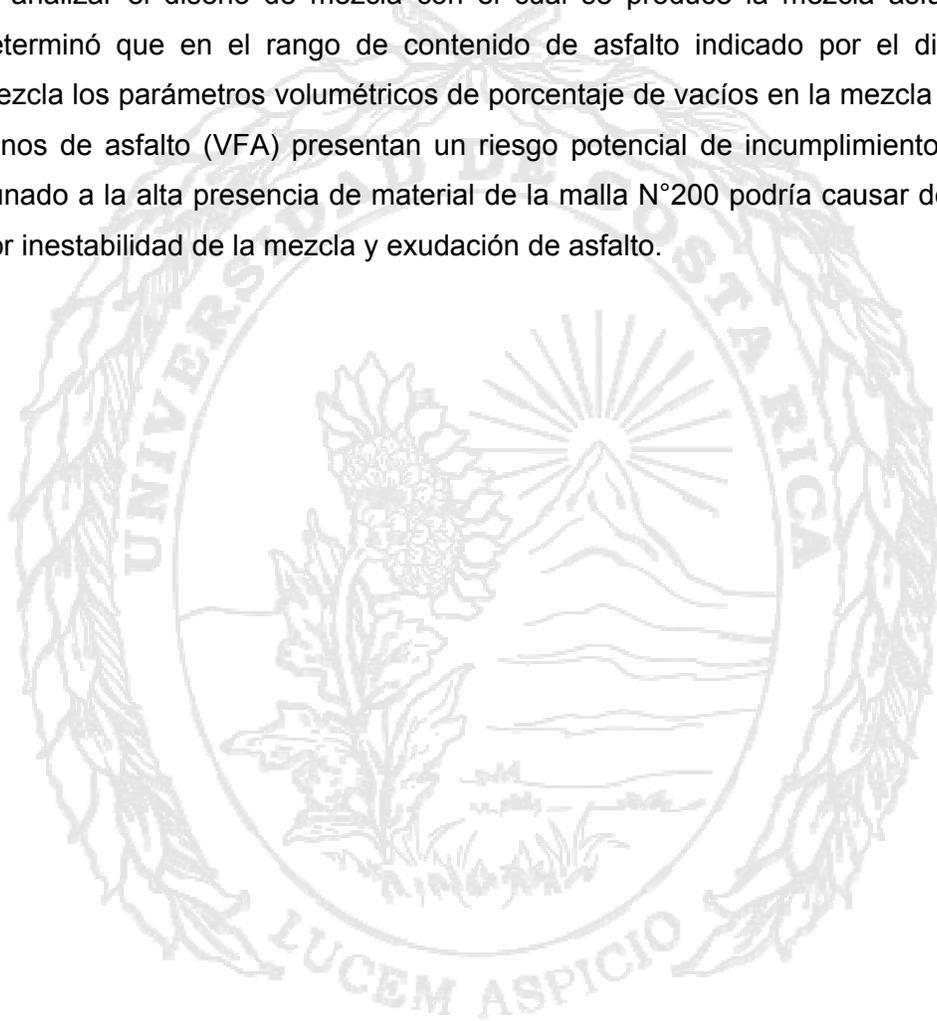
1. Se observa que 2 de los 7 resultados del parámetro de contenido de asfalto reportados en el informe de ensayos de las muestras tomadas, se encuentran fuera de la tolerancia establecida en la Disposición Vial AM-01-2001 (óptimo de asfalto $\pm 0,5\%$).
2. La mayoría de los resultados de granulometría cumplen satisfactoriamente los requisitos establecidos, sin embargo dos resultados de tamaño granulométrico de la malla N° 30 presenta incumplimiento con los límites definidos en la Disposición Vial AM-01-2001 para un tamaño máximo nominal de 12,5 mm. Adicionalmente se observa que los resultados para los tamaños granulométricos N° 16, N° 30 y N° 200 se encuentran muy cercanos, inclusive en algunos casos sobre el límite superior de la especificación.
3. De acuerdo con los resultados de espesor medidos en la carpeta asfáltica colocada, se pudo determinar 5 de los 17 núcleos extraídos tienen un espesor de carpeta asfáltica menor a los 5 cm incumpliendo con el espesor mínimo establecido en el diseño estructural. Asimismo en aproximadamente 2000 m de la carpeta colocada en el sentido Jicaral-Lepanto el espesor es menor a 5 cm, por lo que debe realizarse el análisis correspondiente de cumplimiento contractual de espesores en el proyecto y su efecto en la longitud o respecto a la reducción de capacidad de soporte de cargas de tránsito esperadas.
4. Al analizar estadísticamente los resultados de resultados de la mezcla asfáltica y del espesor de la carpeta asfáltica colocada se establece una variabilidad

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 41 de 48
----------------------------	---	-----------------



significativa, en el material granulométrico de la malla N°30, igual situación se determina para el espesor de la carpeta colocada lo cual aumenta la probabilidad de que se presenten espesores menores al establecido para la longitud total de la estructura del pavimento.

5. Al analizar el diseño de mezcla con el cual se produce la mezcla asfáltica, se determinó que en el rango de contenido de asfalto indicado por el diseño de mezcla los parámetros volumétricos de porcentaje de vacíos en la mezcla y vacíos llenos de asfalto (VFA) presentan un riesgo potencial de incumplimiento, lo cual aunado a la alta presencia de material de la malla N°200 podría causar deterioros por inestabilidad de la mezcla y exudación de asfalto.





11. RECOMENDACIONES

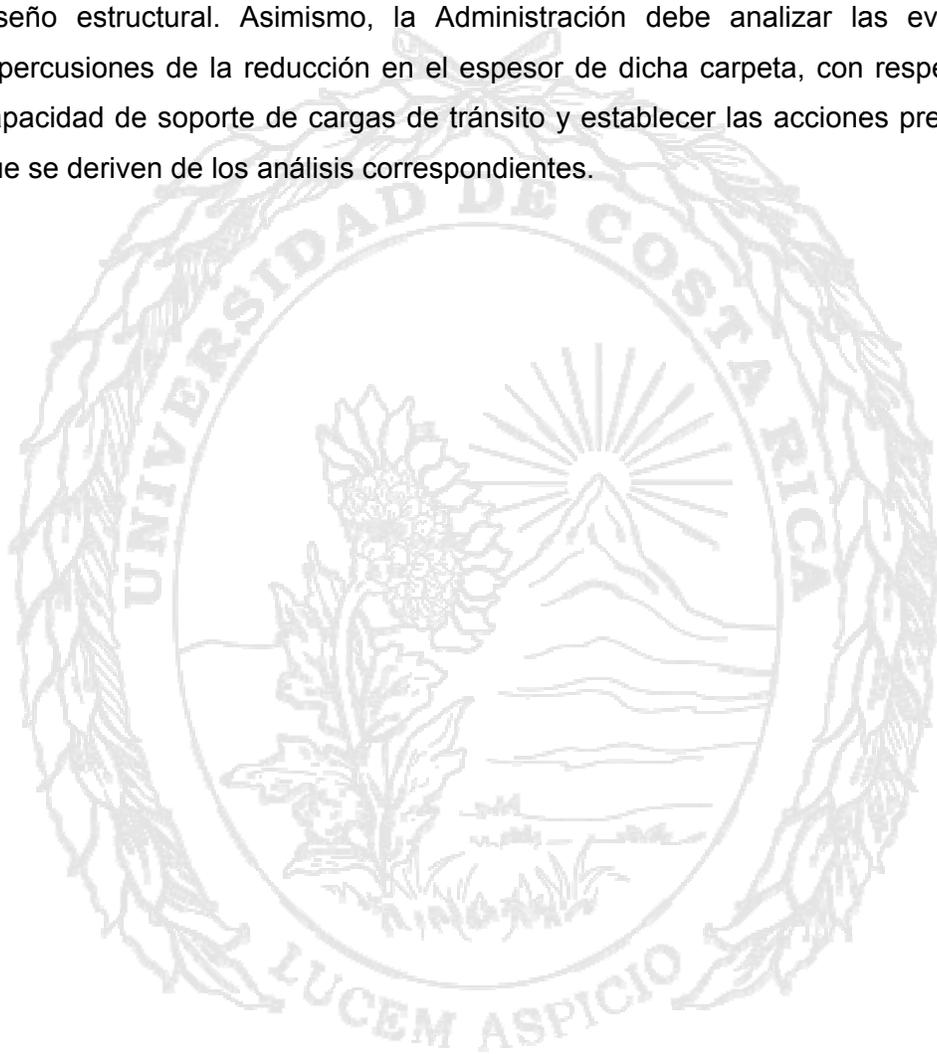
A continuación se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Dirección de Obras del Consejo Nacional de Vialidad, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales a éste y futuros proyectos de rehabilitación, reconstrucción y construcción de obras.

1. Analizar las eventuales repercusiones, durante la etapa de operación, en la capacidad de soporte de cargas de tránsito y en el nivel de serviciabilidad, entre otros, producto de la disminución del espesor de la carpeta asfáltica colocada en algunos tramos de la carretera, para establecer e implementar acciones preventivas posibles.
2. Incluir dentro de las labores de supervisión el monitoreo y control de la variabilidad inherente del proceso productivo para reducir el riesgo de incumplimientos de las especificaciones contractuales en lo que se refiere a los parámetros de contenido de asfalto y tamaños granulométricos de los agregados de la mezcla asfáltica.
3. Aplicar herramientas estadísticas para monitorear y controlar variabilidad de los restantes parámetros Marshall y parámetros volumétricos obtenidos en el proceso de control de calidad de la mezcla asfáltica producida.
4. Considerar incluir en proyectos futuros la medición de la variabilidad estadística del producto, como procedimiento de aceptación de la calidad de los materiales y del proyecto, con el propósito de garantizar un producto homogéneo.
5. Realizar al inicio del proyecto una revisión integral del diseño de mezcla asfáltica que se presenta a la Administración, para corroborar que los parámetros volumétricos de la mezcla se cumplen en todo el rango de contenido de asfalto propuesto para la producción y durante el proceso de producción analizar mediante ensayos el proceso de producción con el propósito principal de garantizar la calidad de la mezcla asfáltica que se obtendría con dicho diseño y el cumplimiento de especificaciones.

Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 43 de 48
----------------------------	---	-----------------



6. Es fundamental que la Administración utilice un mecanismo para comprobar fehacientemente la colocación de la carpeta asfáltica en el espesor pactado contractualmente, debido a que se comprobó que existen tramos de carpeta asfáltica en donde el espesor colocado es menor al espesor establecido en el diseño estructural. Asimismo, la Administración debe analizar las eventuales repercusiones de la reducción en el espesor de dicha carpeta, con respecto a la capacidad de soporte de cargas de tránsito y establecer las acciones preventivas que se deriven de los análisis correspondientes.



Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 44 de 48
----------------------------	---	-----------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Equipo Auditor

Ing. Víctor Cervantes Calvo.
Auditor Técnico, LanammeUCR

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.
Auditora Técnica, LanammeUCR

Aprobado por:

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Eng.
Coordinadora Auditora Técnica, LanammeUCR

Aprobado por:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD.
Coordinador General Programa de Infraestructura de Transporte,
LanammeUCR

Visto bueno de legalidad

Lic. Miguel Chacón Alvarado.
Asesor Legal Externo LanammeUCR

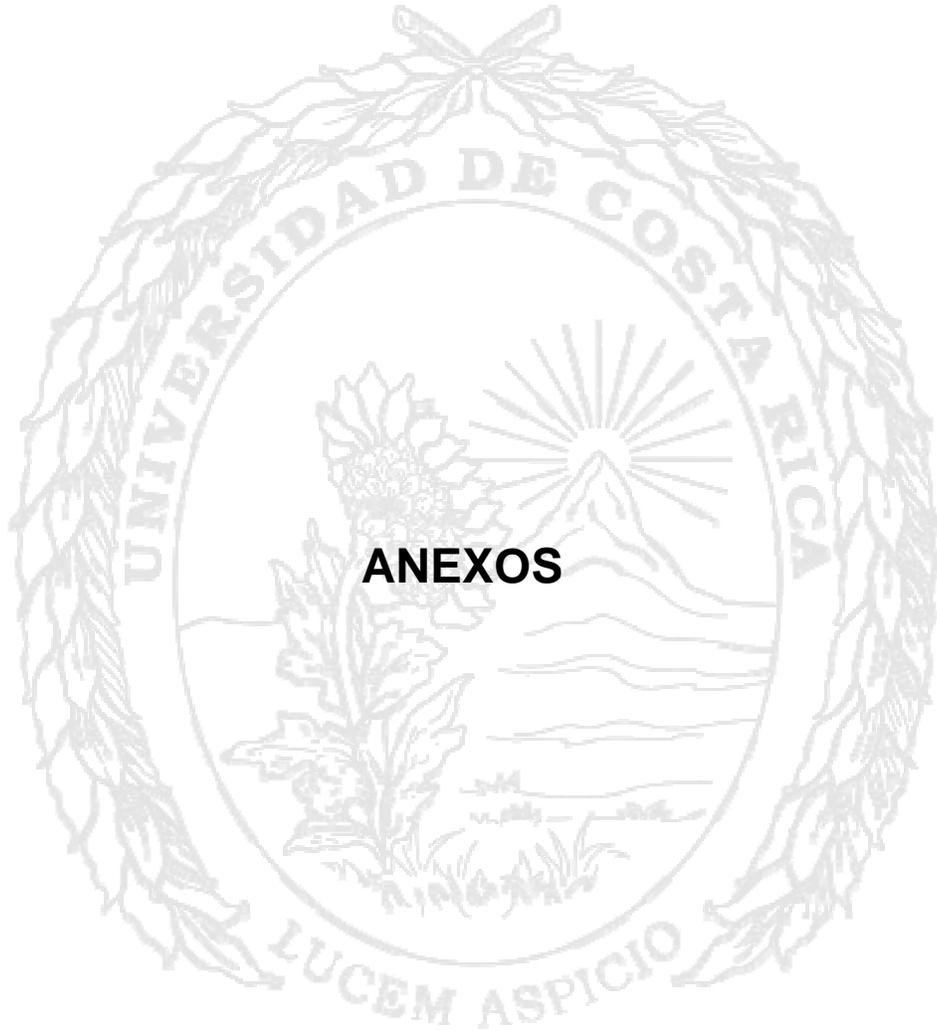
Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 25 de Noviembre de 2011	Página 45 de 48
----------------------------	---	-----------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



ANEXOS

<p>Informe LM-PI-AT-128-11</p>	<p>Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011</p>	<p>Página 46 de 48</p>
------------------------------------	--	------------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo 1. Informes de Ensayo I-0714-11 y I-0922-11



Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 47 de 48
----------------------------	---	-----------------



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0714-11

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST- 0468 -11

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica, LanammeUCR.
Ing. Víctor Cervantes.

Proyecto: Proyecto muestreo de MAC (Abangares Jicaral).

Domicilio: San Pedro de Montes de Oca. 400 m. al norte del Centro Comercial Muñoz & Nanne, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica, Finca 2.

2. Método de ensayo:

IT-LA-33 (ASTM D 5444) (*). Granulometría del agregado.
IT-LA-14 (ASTM D 95) (*). Contenido de agua en la mezcla.
IT-LA-08 (ASTM D 6307) (*). Contenido de asfalto por ignición.

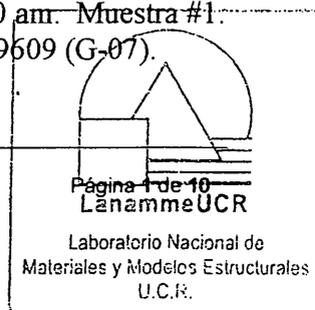
(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

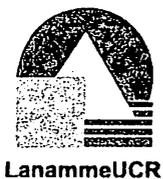
3. Información del muestreo o evaluación:

No. de identificación de la muestra:

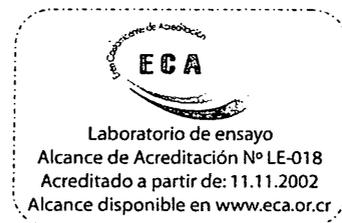
Descripción:

0913-11	Dos cajas con mezcla asfáltica. Temperatura: 159,5 °C. Viaje #6.
0914-11	Dos cajas con mezcla asfáltica. Viaje #12. Temperatura: 169,1°C.
0915-11	Dos cajas con mezcla asfáltica. Temperatura: 159,5 °C. Viaje #24.
0955-11	Dos cajas con mezcla asfáltica tomadas a las 5:20 am. Muestra #1. Temperatura: 153,4 °C. Vagoneta #19, Placa: 129609 (G-07).





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

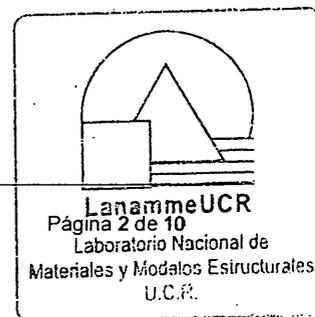
- 0956-11 Dos cajas con mezcla asfáltica tomadas a las 5:20 am. Muestra #2.
Temperatura: 161,3 °C. Vagoneta #36, Placa: 128216 (G-19).
- 0957-11 Dos cajas con mezcla asfáltica tomadas a las 5:20 am. Muestra #1.
Temperatura: 157,9 °C. Vagoneta #16, Placa: 146352 (G-15).
- 0958-11 Dos cajas con mezcla asfáltica tomadas a las 5:20 am. Muestra #2.
Temperatura: 155,8 °C. Vagoneta #34, Placa: 132091 (G-10).

Realizado por: Sergio Castillo, Técnico LanammeUCR.
Dennis Madrigal, Técnico LanammeUCR.
Greivin Ceciliano, Técnico LanammeUCR.

Fecha de recepción : 0913-11: 2011-05-27.
0914-11: 2011-05-27.
0915-11: 2011-05-27.
0955-11: 2011-06-03.
0956-11: 2011-06-03.
0957-11: 2011-06-03.
0958-11: 2011-06-03.

Fecha de realización del ensayo: 2011-10-13 al 2011-10-21

Condiciones Ambientales: 0913-11: Nublado; Temperatura: 25,3 °C.
0914-11: Nublado; Temperatura: 25,9 °C.
0915-11: Nublado; Temperatura: 25,7 °C.
0955-11: Nublado; Temperatura: 25,9 °C y % de humedad: 75 %.
0956-11: Despejado; Temperatura: 29,7 °C y % de humedad: 67 %.
0957-11: Despejado; Temperatura: 25,5 °C y % de humedad: 82 %.
0958-11: Despejado; Temperatura: 31,0 °C y % de humedad: 48 %.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

4. Resultados:

Tabla Nº 1: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.

Muestra: 0913-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	5.98 ± 0.08	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.36 ± 0.01	%

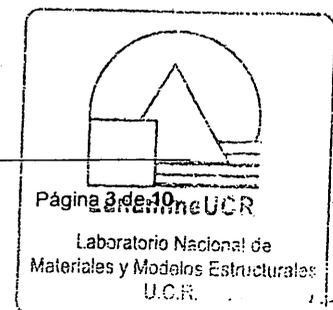
Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

Tabla Nº 2: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.

Muestra: 0913-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.0 ± 0.2	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.0 ± 0.2	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	95.9 ± 0.2	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	82.8 ± 0.2	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	53.0 ± 0.2	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	36.2 ± 0.1	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	25.7 ± 0.1	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	19.4 ± 0.1	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	14.73 ± 0.09	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	10.93 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	7.99 ± 0.06	%

Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

**Tabla Nº 3: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.**

Muestra: 0914-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	5.4 ± 0.1	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.41 ± 0.01	%

Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

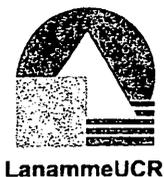
**Tabla Nº 4: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.**

Muestra: 0914-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.21	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.20	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	95.21 ± 0.19	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	83.52 ± 0.17	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	51.76 ± 0.15	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	35.93 ± 0.13	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	25.80 ± 0.11	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	19.53 ± 0.10	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	14.80 ± 0.08	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	10.89 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	7.82 ± 0.06	%

Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación Nº LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0413-11

**Tabla Nº 5: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.**

Muestra: 0915-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	5.39 ± 0.04	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.44 ± 0.01	%

Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

**Tabla Nº 6: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.**

Muestra: 0915-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.22	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.21	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	93.91 ± 0.19	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	84.52 ± 0.17	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	51.01 ± 0.15	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	34.54 ± 0.13	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	24.57 ± 0.12	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	18.56 ± 0.10	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	14.08 ± 0.09	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	10.47 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	7.63 ± 0.06	%

Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

Tabla N° 7: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.

Muestra: 0955-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	6.00 ± 0.01	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.35 ± 0.01	%

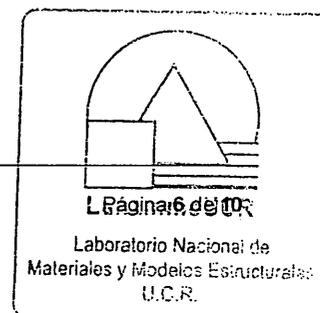
Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

Tabla N° 8: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.

Muestra: 0955-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.22	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.20	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	95.36 ± 0.19	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	82.06 ± 0.17	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	46.32 ± 0.15	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	30.85 ± 0.13	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	21.86 ± 0.11	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	16.51 ± 0.10	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	12.55 ± 0.08	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	9.30 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	6.71 ± 0.06	%

Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.



11-014



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

Tabla N° 9: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.

Muestra: 0956-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	5.85 ± 0.01	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.38 ± 0.01	%

Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

Tabla N° 10: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.

Muestra: 0956-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.22	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.21	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	95.34 ± 0.19	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	83.70 ± 0.18	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	48.74 ± 0.15	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	31.41 ± 0.13	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	21.55 ± 0.12	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	15.87 ± 0.10	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	11.91 ± 0.09	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	8.72 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	6.25 ± 0.06	%

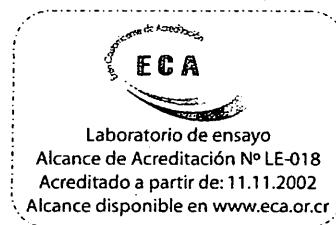
Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.



E-6/A



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

Tabla Nº 11: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.

Muestra: 0957-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	6.3 ± 0.2	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.36 ± 0.02	%

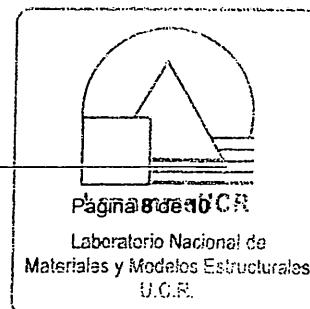
Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

Tabla Nº 12: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.

Muestra: 0957-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.21	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.19	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	97.87 ± 0.18	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	86.68 ± 0.17	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	55.52 ± 0.14	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	35.70 ± 0.13	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	24.09 ± 0.11	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	17.90 ± 0.10	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	13.61 ± 0.08	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	10.20 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	7.47 ± 0.05	%

Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.



5/10



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0413-11

Tabla N° 13: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de contenido de asfalto mediante el método de ignición.

Muestra: 0958-11

Ensayo	Método de ensayo		Resultados	Unidades
	AASHTO	ASTM		
Contenido de asfalto en la mezcla.	-	D 6307	5.88 ± 0.03	%
Factor de corrección por agregados.	-	D 6307	0.38 ± 0.03	%
Contenido de agua en la mezcla.	-	D 92	0.36 ± 0.01	%

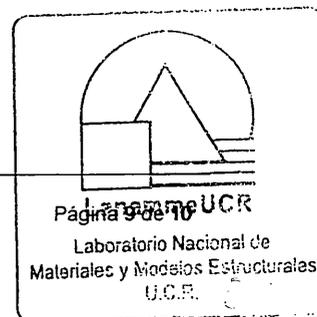
Nota: El resultado de contenido de asfalto se encuentra corregido por contenido de agua y por contribución por materia mineral.

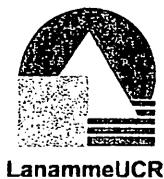
Tabla N° 14: Ensayos a la mezcla asfáltica.
Ensayo de granulometría.

Muestra: 0958-11

Malla	Método de ensayo		Resultados n=2 % Pasa	Unidades
	AASHTO	ASTM		
1 (25 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.22	%
3/4 (19 mm)	T 24/ T11	D 5444	100.00 ± 0.21	%
1/2 (12,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	95.02 ± 0.19	%
3/8 (9,5 mm)	T 24/ T11	D 5444	85.07 ± 0.18	%
4 (4,75 mm)	T 24/ T11	D 5444	53.82 ± 0.15	%
8 (2,36 mm)	T 24/ T11	D 5444	34.49 ± 0.13	%
16 (1,18 mm)	T 24/ T11	D 5444	23.47 ± 0.12	%
30 (600 micro m) (2)	T 24/ T11	D 5444	17.37 ± 0.10	%
50 (300 micro m)	T 24/ T11	D 5444	13.13 ± 0.09	%
100 (150 micro m)	T 24/ T11	D 5444	9.87 ± 0.07	%
200 (75 micro m)	T 24/ T11	D 5444	7.32 ± 0.06	%

Nota: (2) Las unidades de (micro m), implica micrometros.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0413-11

Aclaraciones:

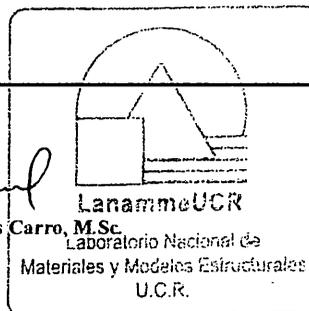
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

Ing. Fabián Elizondo Arrieta MBa
Coordinador de Laboratorios
de Infraestructura Vial

Aprobó:

Ing. Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



3-5/10



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0922-11

Informe de ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0866-11

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica
Ing. Victor Cervantes

Proyecto: Verificación de espesor del pavimento colocado.
Proyecto Jicaral-Lepanto

Domicilio: San Pedro de Montes de Oca. 400 mts al norte del Centro Comercial
Muñoz & Nanne, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos
Estructurales (LANAMME). Universidad de Costa Rica, Finca 2.

2. Método de ensayo:

IT-LC-01. (ASTM D 979/ D3665 / D5361) (*). Procedimiento para muestrear mezclas bituminosas para pavimentos.

IT-MB-01 (AASHTO T166 / ASTM D 2726) (*). Gravedad específica bruta para pastillas Marshall.

(*). Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación: 1196-11

Descripción: 17 núcleos muestreados del Km 0+500 al 8+300.
Identificados de #1 a #17.

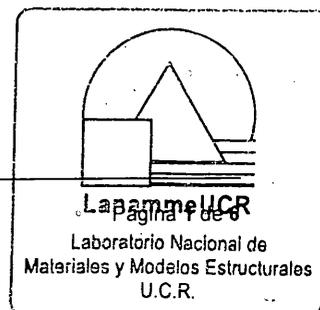
Aportadas por: Sergio Castillo, Técnico LanammeUCR.

Procedimiento:

Inicialmente los núcleos suministrados fueron lavados para eliminar cualquier residuo o material que pudiera desprenderse durante la medición y luego se midió el espesor y diámetro. (ver fotografías 1,2 y 3)

Fecha de recepción : 2011-07-01

Fecha de realización del ensayo: 2011-07-07



No. de informe: I-0922-11

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

2011-06-29 y 2011-06-30

Ubicación:

Se especifica en tabla N°1 en resultados.

Procedimiento de muestreo:

Procedimiento de muestreo IT-LC-01:

Se realizó la extracción de 17 núcleos para ensayar en el laboratorio alternando cada 500 m. Y se chequeó espesores en campo.

Condiciones ambientales:

Temperatura: 35,9°C a 43 °C

Humedad: 43% a 56%

5. Resultados:

5.1 Resultados de Ensayos

Tabla N° 1: Ubicación de los núcleos y bloques extraídos en sitio de muestreo y espesor medido en campo.

Número de núcleo	Sentido	Ubicación Longitudinal (m)	Ubicación Transversal (cm)	Espesor (cm)
1	Lepanto-Jicaral	0+500	255	5
2	Jicaral-Lepanto	1+000	205	20
3	Lepanto-Jicaral	1+500	175	20
4	Jicaral-Lepanto	2+000	205	20
5	Lepanto-Jicaral	2+500	165	6.4
6	Jicaral-Lepanto	3+000	110	18
7	Lepanto-Jicaral	3+500	220	5.3
8	Jicaral-Lepanto	4+000	210	22
9	Lepanto-Jicaral	4+500	155	5.7
10	Jicaral-Lepanto	5+000	160	6.7
11	Lepanto-Jicaral	5+500	130	7.4
12	Jicaral-Lepanto	6+000	190	16
13	Lepanto-Jicaral	6+500	185	23
14	Jicaral-Lepanto	7+000	200	6
15	Lepanto-Jicaral	7+500	220	7
16	Jicaral-Lepanto	8+000	133	23.5
17	Lepanto-Jicaral	8+300	160	7

No. de informe: I-0922-11

Tabla Nº 2: Resultados de la medición de espesores en núcleos de mezcla asfáltica compactada cortados a nivel de base estabilizada
Muestra: 1196-11 ESPESORES

No. Espécimen	%ASF (PTA)	Promedio espesor cortados (mm)	Promedio diámetro. (mm)
1	NI	46,61	100,81
2		59,29	100,83
3		52,84	100,86
4		43,67	100,81
5		61,02	100,81
6		37,81	100,75
7		47,71	100,91
8		48,18	100,87
9		53,62	100,81
10		63,19	100,91
11		71,22	100,90
12		70,56	100,85
13		60,78	100,92
14		58,20	100,86
15		66,01	100,87
16		59,11	100,89
17		63,71	100,89
	Promedios	56,68	100,85
	Desv. Est.	9,48	0,05

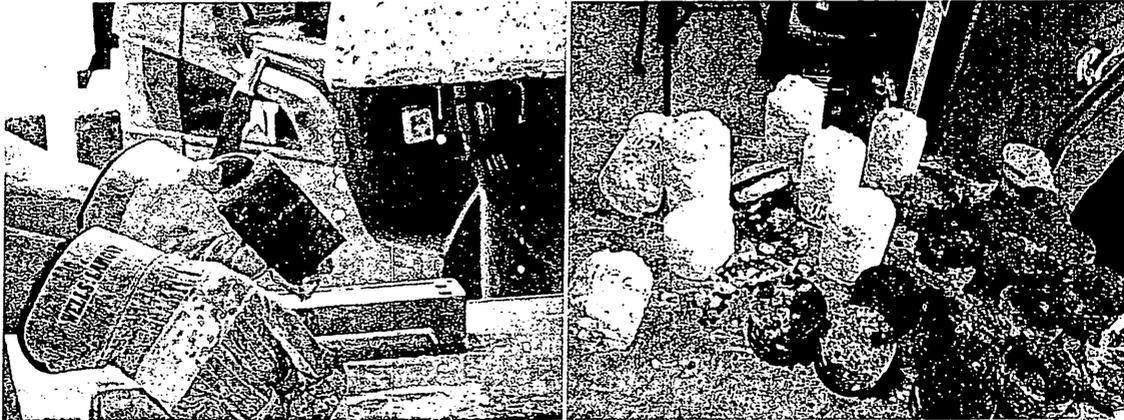
No. de informe: I-0922-11

5.2 Registro Fotográfico

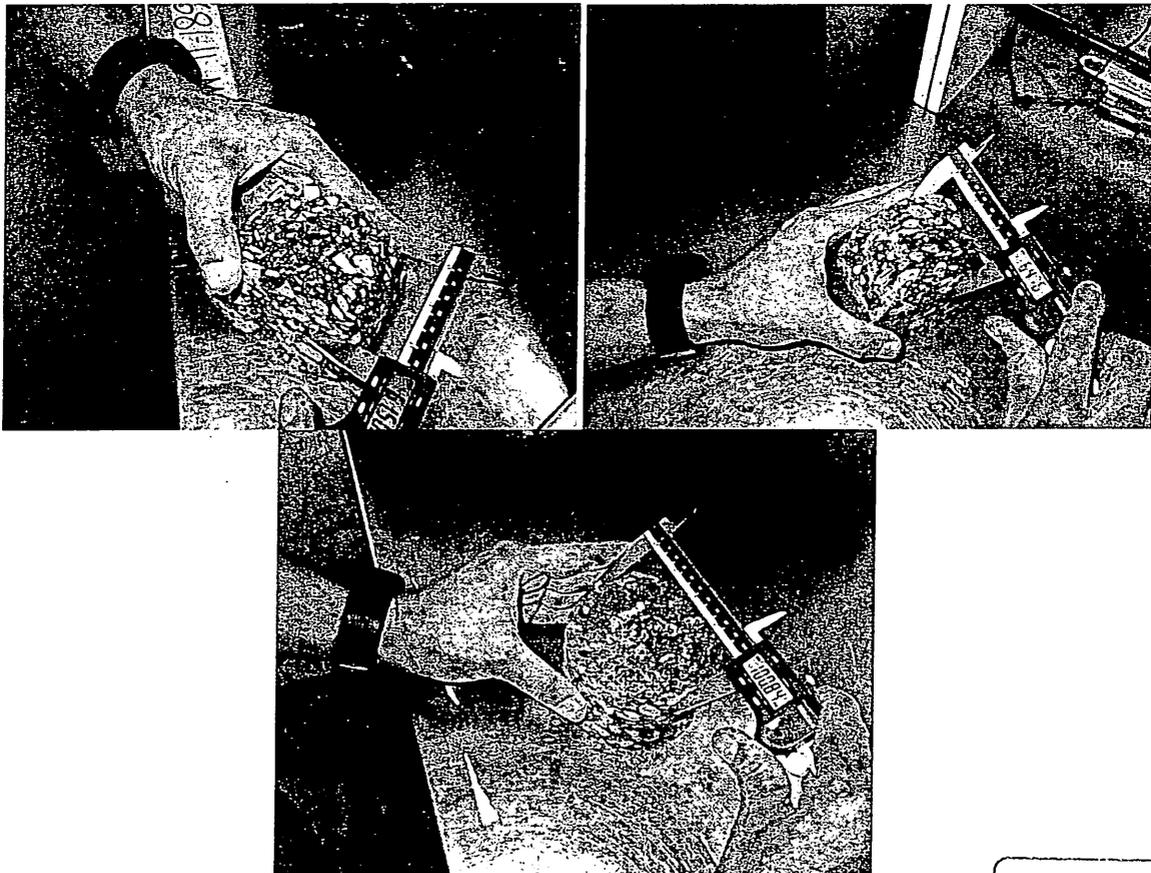


Fotografía 1. Especímenes suministrados antes de realizar los ensayos.

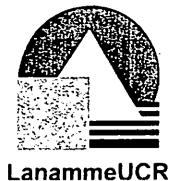
No. de informe: I-0922-11



Fotografía 2. Preparación de los especímenes previa para la realización de los ensayos.



Fotografía 3. Medición de espesores y diámetros de los núcleos después de lavados y cortados a nivel de la base estabilizada.



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0922-11

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

Ing. Mónica Jiménez Acuña
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Vial a.i.

Aprobó:

Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo 2. Sección 107.05 “Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)” del “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010”



Informe LM-PI-AT-128-11	Fecha de emisión: 07 de Diciembre de 2011	Página 48 de 48
----------------------------	---	-----------------

106.05 Uso de materiales encontrados en la obra.

El material que aparezca en las excavaciones, tal como piedra, grava o arena, puede ser usado para otro renglón de pago cuando sea aceptable. Cuando exista en el Contrato un renglón de pago de excavación aplicable, tal material se pagará en ambos renglones: como excavación y como parte del otro renglón de pago en que esté siendo utilizado. Este material debe ser reemplazado con otro material aceptable, si es necesario para ejecutar un terraplén o relleno, sin ningún costo para el Contratante. El material sólo debe ser excavado o removido dentro de los límites de la explanación del proyecto, tal como se indique en los perfiles, secciones y taludes.

El derecho a usar y procesar materiales encontrados en la obra no incluye el trabajo en obras no gubernamentales, salvo que resulte necesario deshacerse del material de desperdicio.

Si el contratista produce o procesa material de terrenos del Estado en exceso de las cantidades requeridas por el contrato, el Contratante puede:

- (a) Tomar posesión del exceso de material pagando al Contratista sólo el costo de producción, o
- (b) Requerir la remoción del material y la restauración del terreno hasta una condición satisfactoria, sin ningún costo para el Contratante.

Como una alternativa a la remoción y reemplazo, el Contratista puede solicitar por escrito que:

- (1) Se tenga el trabajo por aceptado a un precio reducido, o
- (2) Se le otorgue permiso para ejecutar medidas correctivas a conformidad del Ingeniero de Proyecto.

La solicitud contendrá argumentos y documentación de apoyo. Deben incluirse referencias o datos que justifiquen la propuesta, basados en una evaluación de resultados de pruebas, efecto en la vida de servicio, valor del material o del trabajo, calidad y otros datos útiles de ingeniería. El Contratante tomará la decisión relativa al trabajo no conforme.

106.06 Pago de derechos de explotación y gestión de las fuentes.

El Contratista proporcionará fuentes de materiales aceptables para el Contratante. Deberá asumir todas las responsabilidades legales por la explotación de las fuentes, conforme a la legislación vigente, así como el pago relacionado con la adquisición del derecho de explotación del material, incluyendo el pago de cualquier tasa u otros cargos inherentes.

Sección 107.) ACEPTACIÓN DEL TRABAJO

107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.

Las alusiones a los métodos estándares de prueba AASHTO, ASTM y otras autoridades de normalización reconocidas, se refieren a los métodos vigentes en la fecha de la solicitud de las ofertas. Con el fin de facilitar la aplicación de este manual, también se pueden utilizar las normas nacionales emitidas por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), cuando sean idénticas.

El trabajo debe ejecutarse según los requerimientos del Contrato y realizarse conforme alineamientos, gradientes, secciones transversales, dimensiones, procesos y materiales requeridos, según se muestre en los planos o se especifique en el Contrato.

Las dimensiones que aparecen en los planos y los montos señalados en las especificaciones del Contrato son valores que deben lograrse para cumplir el diseño dentro de las desviaciones permitidas. El trabajo ejecutado y los materiales usados deben ser uniformes en carácter y razonablemente cercanos a los valores prescritos dentro

del rango de tolerancia. El propósito de un rango de tolerancia es conciliar variaciones ocasionales de la medida, que resulten inevitables por razones prácticas.

El Contratante puede inspeccionar, muestrear o probar todo el trabajo en ejecución en cualquier momento antes de la aceptación final del proyecto. Cuando el Contratante haga ensayos en la obra, los resultados de las pruebas se entregarán al Contratista a su solicitud formal expresa. Únicamente los resultados de los ensayos obtenidos de un proceso de verificación establecido por el Contratante serán usados para pago y aceptación de las labores. El Contratista no puede disponer de los resultados de los ensayos hechos por el Contratante para el control del proceso.

El trabajo aceptable conforme al Contrato se pagará por medio del renglón unitario de pago consignado en la oferta. Para determinar la conformidad y aceptabilidad del trabajo realizado por el Contratista, se describen cuatro métodos en las Subsecciones 107.02 a 107.05 inclusive. El método primario de aceptación se especifica en cada Sección del trabajo. Sin embargo, el trabajo puede ser rechazado en cualquier momento cuando se determine, por cualesquiera de los métodos, que no cumple con las normas del Contrato y los estándares de calidad esperados por el Contratante bajo los principios de razonabilidad, eficiencia y eficacia del buen uso de los fondos públicos.

Debe rehacerse el trabajo que no esté conforme con el Contrato, o con las normas prevalecientes en la industria, cuando no se puntualicen requisitos específicos en el Contrato, sin ningún costo para el Contratante.

Como una alternativa a la remoción o remplazo del material colocado, el contratista puede enviar una solicitud escrita para:

Que el trabajo se acepte a un precio reducido, siempre y cuando el Contratante haya establecido un metodología para tal efecto; o

Que se realicen medidas correctivas llevando el trabajo a un estado de conformidad

La solicitud debe contener documentación de soporte suficiente y racional. Debe incluir datos que justifiquen la solicitud, basados en ensayos de evaluación y desempeño, costo y calidad del material utilizado, aspectos estéticos y otros elementos ingenieriles tangibles. Estos resultados de ensayo deben ser estadísticamente representativos del lote en cuestionamiento y provenir de una fuente confiable, objetiva e independiente, con competencia técnica demostrada de acuerdo con los estándares y las legislaciones de calidad vigentes y su costo será cubierto en su totalidad por el Contratista. El Contratante definirá las acciones a realizar con respecto al trabajo no conforme.

Cuando se especifiquen estándares para materiales prefabricados (tales como cercas, alambres, placas, perfiles, tuberías y otros, que se identifiquen por calibre, unidad de masa o dimensiones de la sección y otros.), la identificación se anotará como masa nominal o dimensiones. A menos que se hayan establecido tolerancias de contrato específicas, se aceptarán las tolerancias establecidas por el fabricante.

107.02 Inspección visual.

La aceptación de la obra se complementará con una inspección visual del trabajo, realizada para efectos de evidenciar en sitio el cumplimiento de las normas del Contrato y las prevalecientes en la industria.

107.03 Certificación.

Acorde con lo establecido en la Ley N° 8279 "Sistema Nacional para la Calidad", sus reformas y reglamentos. Para el suministro de material manufacturado fuera del retiro del proyecto, deben usarse fabricantes certificados bajo normas de calidad acordes con la legislación vigente, o que resulten aptos en un procedimiento de inspección y ensayo efectivos, a criterio del Contratante. El material adquirido de esta forma debe ser el idóneo para la actividad a la que va a ser destinado y es responsabilidad del Contratista elegir el mejor material disponible para cumplir con las expectativas del Contratante. Asimismo, se debe pedir al fabricante que identifique claramente

el material, o el empaque, con una identificación única para ese producto y para la especificación estándar bajo la cual se elabora.

El material aceptado mediante certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encuentra que no está conforme con el Contrato, se rechazará en el lugar en que se encuentre.

Puede ser requerida alguna de las certificaciones siguientes:

(a) Certificación de producto: la cual debe ser otorgada por un organismo de certificación que opere un sistema de certificación por tercera parte, según los requisitos de descritos en la Guía INTE- ISO/IEC 65. En tales casos, se debe notificar al Contratista que el fabricante se obliga a suministrar una certificación de la producción para cada embarque del material. Ésta certificación debe incluir al menos:

- (1) Fecha y lugar de manufactura.
- (2) Resultados de los ensayos del material del mismo lote y documentación emitida por el sistema de inspección y ensayo sobre el respecto.
- (3) Número del lote u otros medios de referencia cruzada de la inspección del fabricante con el sistema de ensayos de la obra.
- (4) Declaración del fabricante de que el material cumple con todos los requisitos del Contrato.
- (5) Manifestación firmada por el fabricante, u otros medios aceptables, que demuestren el cumplimiento con la certificación.

Declaración de Conformidad del Proveedor: para lo cual se debe cumplir con los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17050: Evaluación de la conformidad - Declaración de la Conformidad del Proveedor.

En todo caso, el Contratista deberá demostrar al Ingeniero de Proyecto que los materiales manufacturados fuera del proyecto e incorporados a la obra cumplen con las especificaciones contractuales, suministrándole las constancias de calidad correspondientes. Podrán ser aceptados los certificados que usualmente el proveedor entrega al Contratista.

Los materiales manufacturados que generalmente se usan en las obras pueden ser entre otros los siguientes:

- Pilotes
- Acero estructural
- Acero de refuerzo
- Cables y accesorios de postensión de concreto
- Láminas de acero estructural corrugado
- Apoyos de neopreno
- Geotextiles
- Gaviones
- Cemento Portland
- Productos manufacturados de concreto
- Cementos asfálticos
- Emulsiones asfálticas
- Pinturas para señalamiento vial y para puentes de acero
- Materiales para señalamiento vial vertical
- Barandas de seguridad metálicas y de concreto
- Aditivos químicos
- Otros materiales de aplicación en el Proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

107.04 Conformidad determinada o ensayada.

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumple de manera cabal con

los requisitos del Contrato.

Los resultados de la inspección o ensayos deberán mostrar valores dentro de los límites de tolerancia especificados. Cuando no se indique ningún valor de tolerancia en el Contrato, el trabajo será aceptado con base en lo estipulado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción.

107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

La evaluación estadística del trabajo es un método basado en el Manual de Implementación para el Aseguramiento de la Calidad de AASHTO (The AASHTO Implementation Manual for Quality Assurance) para analizar la inspección, o los resultados de las pruebas de laboratorio, con el fin de determinar la conformidad del trabajo con los requisitos del Contrato. El cálculo del factor de pago y el análisis estadístico debe realizarse con los ensayos de verificación de la calidad. El proceso de aceptación del trabajo es el siguiente:

(a) General. Para el trabajo valorado con base en la evaluación estadística, tanto el Contratante como el Contratista, asumen ciertos riesgos.

El riesgo del Contratante es la probabilidad de que un trabajo con un nivel de calidad no aceptable sea recibido. El riesgo del Contratista es la probabilidad de que el trabajo producido con un nivel de calidad aceptable (NCA) sea rechazado, o aceptado a un precio reducido.

El nivel de incumplimiento aceptado (NI) es el porcentaje máximo de trabajo o suministro de material que con base en los resultados de las pruebas de calidad, se encuentra fuera de los límites de especificación de cada parámetro especificado en el Contrato. Para el cálculo se sigue como se establece en (c) y (d).

El factor de calidad será determinado para dos categorías definidas para cada parámetro de pago, la Categoría I corresponde cuando es relevante la incidencia resultante del no cumplimiento de las especificaciones en la calidad de la obra o suministro de material. La Categoría II no es tan relevante la incidencia en la calidad de obra o suministro de material.

Las características de la calidad que se evalúen, el tamaño del lote, la frecuencia del muestreo, la localización de las muestras, los métodos de ensayo, los límites de las especificaciones y la categorización se definen como se indica a continuación:

(1) Características o parámetros de calidad. Las características o parámetros de calidad que se evalúen se enumeran en la Subsección de aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(2) Tamaño del lote de muestras. Un lote de muestras representa una evaluación estadística. Un lote de muestras normalmente representa la cantidad total del trabajo producido en una jornada. Puede requerirse el análisis de más de un lote si ocurren cambios en los valores fijados en las fuentes de materiales, o si se piden por escrito cambios en la fórmula de trabajo de la mezcla o ajustes en ella, tal como se indica en el párrafo (b). Deberán evaluarse al menos cinco muestras por parámetro de pago.

(3) Frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. El lote normalmente señala resultados adecuados cuando se efectúa un mínimo de 5 muestras, que es el número límite requerido para llevar a cabo una evaluación estadística. El factor de pago máximo obtenible con 5 muestras es 1,00.

Un incremento en la frecuencia del muestreo puede resultar en un factor de pago reducido.

(4) Localización de la muestra. El sitio de muestreo se enumera en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. La localización exacta del muestreo será especificada por el Contratante, basada en números al azar.

(5) Métodos de prueba. Los métodos de prueba que se usan para examinar las muestras se señalan en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(6) Límites de la especificación. Los límites de la especificación para las características de calidad están indicados en las especificaciones generales del Contrato.

(7) Categorización. La categorización de las características de calidad se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(b) Aceptación. El trabajo en el lote será pagado mediante un factor de pago final, cuando toda la inspección técnica y/o el resultado de las pruebas estén completos y evaluados.

El factor final de pago deberá determinarse antes de que el material sea incorporado totalmente en el proyecto, previniéndose al Contratista de que el factor de pago normal no debe caer por debajo de 0,90. Si un lote se constituye con menos de 5 muestras, el material se evaluará bajo la Subdivisión 107.04.

Si el factor de pago normal de un lote cae por debajo de 0,90, se debe suspender de inmediato la producción. Ésta puede reiniciar después de que el Contratista haya tomado acciones eficaces, aceptables y verificables por el Contratante, para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción envuelve un cambio significativo en el proceso, el lote en ejecución será terminado sin que sea incorporado en el proyecto y se comenzará un nuevo lote. Se deberán utilizar parámetros de control por parte del Contratista, como se explica en la Subsección 107.08.

Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material fuera de especificación (menos que 1,00 de factor de pago) se acepta con tal de que el factor de pago más bajo no haya caído en la porción rechazada en la Tabla 107-2. Un lote que contenga un porcentaje de material fuera de especificaciones con el factor de pago más bajo, cayendo en la porción objetada de la Tabla 107-2, debe ser rechazado. Debe removerse de la obra todo el material rechazado, sin embargo, lo ideal es que se detecte el rechazo antes de que el material sea incorporado en el proyecto.

Cuando sea aceptable, es permitido voluntariamente remover el material defectuoso y reemplazarlo con material nuevo para evitar o minimizar un factor de pago menor que 1,00. El material nuevo será muestreado, ensayado y evaluado de acuerdo con esta Subdivisión.

Cualquier cantidad de material que se definirá defectuoso, puede ser rechazado con base en una inspección visual y/o en los resultados de los ensayos. No deberá incorporarse material rechazado en el trabajo. Los resultados de los ensayos llevados a cabo en el material rechazado se excluirán del lote.

(c) Evaluación estadística. El método de Variabilidad-Desconocida/ Desviación Estándar será usado para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites de las especificaciones.

La cantidad de números significativos usada en los cálculos estará de acuerdo con AASHTO R 11, método absoluto.

El porcentaje estimado de trabajo que está fuera de los límites de las especificaciones para cada característica de la calidad, se determina como sigue:

(1) Calcular la media aritmética (\bar{X}) de los valores de los ensayos:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

En donde:

\sum = Suma

x = valores de los ensayos individuales

n = número total de valores

(2) Calcular la desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

(3) Calcular el Índice de calidad superior (ICS): $ICS_j = \frac{LSPE - \bar{x}}{S}$

En donde: LSPE = Límite Superior del Parámetro de Especificación

Nota: LSPE es igual al valor superior del rango especificado o al valor objetivo máximo más la tolerancia especificada del parámetro analizado, según el Cartel o lo establecido en cada Subsección correspondiente de estas especificaciones.

(4) Calcular el Índice de Calidad Inferior (ICI): $ICI_j = \frac{\bar{x} - LIPE}{S}$

En donde: LIPE = Límite Inferior del Parámetro de Especificación

Nota: LIPE es igual al valor inferior del rango especificado o al valor objetivo mínimo menos la tolerancia especificada del parámetro analizado, según el Cartel o lo establecido en cada Subsección correspondiente de estas especificaciones.

(5) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (superior) del límite Superior del parámetro de especificación (PIS_j):

$PIS_j = 100\%$ -valor de PIS_j de la Tabla 107-1

Nota: PIS_j se obtiene mediante la conjugación de los valores del ICS (en las filas de la Tabla 107-1) y el valor del grado de libertad GL (en las columnas de la Tabla 107-1); o bien mediante la fórmula de la Distribución t de Student's, para una cola. El valor de $GL = (n - 1)$

(6) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (inferior) del límite Inferior del parámetro de especificación (PII_j):

$PII_j = 100\%$ -valor de PII_j de la Tabla 107-1

Nota: PII_j se obtiene mediante la conjugación de los valores del ICI (en las filas de la Tabla 107-1) y el valor del grado de libertad GL (en las columnas de la Tabla 107-1); o bien mediante la fórmula de la Distribución t de Student's, para una cola. El valor de $GL = (n - 1)$

(7) Calcular el Nivel de Incumplimiento (NI): $NI = (PIS_j + PII_j)$

(8) Finalmente, calcular el Nivel de Cumplimiento (NC):

$$NC = 100\% - NI_j$$

(9) Repetir los pasos 1 a 8 en cada característica o parámetro de calidad enumerada para la evaluación estadística.

(d) Determinación del factor de pago (valor del trabajo). El factor de pago para un lote será determinado como sigue:

(1) De la Tabla 107-2, determinar el factor de pago para cada uno de los parámetros de calidad usando el número total de los valores de los ensayos y el Nivel de Incumplimiento o porcentaje fuera de los límites de las especificaciones, tomado del paso (6) y (7).

(2) Cuando todas las características de calidad para un lote están en la Categoría I, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad de la Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de 5 ensayos).

(3) Cuando las características de calidad para un lote están en ambas categorías I y II, el factor de pago del lote resulta de lo siguiente:

(a) Cuando todas las características de calidad de categoría II sean 1,00, el pago del lote estará basado

en el factor de pago individual menor para todas las características de Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de 5 valores de ensayos).

(b) Cuando cualquier característica de calidad Categoría II sea menor que 1,00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual menor para cualquier característica de calidad.

(4) Cuando todas las características de calidad para un lote sean de la Categoría II, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad Categoría II.

(5) Debe ajustarse el pago para todo el material de un lote a un precio determinado, multiplicando el precio unitario de Contrato por el factor de pago, tal como se determina en la explicación detallada anteriormente.

(6) El máximo valor a aplicar de FC es de 100% para el Pago en Función de la Calidad sobre una actividad o Reglón de Pago de un lote y el menor valor aceptable a aplicar es de 75% en ambas Categorías (I y II).

107.06 Inspección en la planta.

El trabajo puede ser inspeccionado en el punto de producción o de fabricación. Las plantas de manufactura pueden ser inspeccionadas o fiscalizadas para verificar el cumplimiento de los métodos especificados de manufactura. Pueden obtenerse muestras de material para las pruebas de laboratorio relativas al cumplimiento de los requisitos de calidad. Debe permitirse la entrada durante todo el tiempo a las partes de la planta en donde se realiza el trabajo.

107.07 Inspección en el sitio.

El trabajo incorporado en el proyecto deberá ser inspeccionado por un ingeniero responsable que verifique de manera oportuna el cumplimiento de la calidad de las obras en el sitio. Se requerirá la presencia de un profesional capacitado durante toda la ejecución del proyecto para su aceptación mediante inspección técnica.

107.08 Parámetros de aceptación, control y pago.

a.) Parámetros de aceptación. Requerimientos de calidad regulados por especificaciones vigentes que le permiten a la Administración aceptar o rechazar una materia prima, un producto manufacturado o un proceso constructivo.

b.) Parámetros de control. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales. Y para los cuales se recomienda emplear métodos estadísticos de control, tales como cartas de control con la frecuencia requerida para asegurar la calidad en los resultados.

c.) Parámetros de pago. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración con los que se medirá el nivel de cumplimiento del trabajo realizado durante un período de estimación de obra para el pago.

107.09 Aceptación parcial y final.

El Contratista debe dar al trabajo contratado, el debido mantenimiento durante la construcción y hasta que el proyecto sea aceptado.

(a) Aceptación parcial. Cuando una porción separada del proyecto se completa, puede solicitarse una inspección final de esa parte. Si de esa inspección se concluye que la sección está terminada y cumple con las normas del Contrato, será aceptada y el Contratista será relevado de la responsabilidad futura del mantenimiento de la sección terminada. La aceptación parcial no anula ni altera ningún término del Contrato.

Cuando el público deba movilizarse a través de la construcción, empezando a utilizar las secciones de la carretera que han sido terminadas, el mantenimiento de tales tramos continuará hasta la aceptación final de la obra.

(b) Aceptación final. Cuando el Contratista notifica que la totalidad del proyecto está terminado, debe programarse una inspección. Si se comprueba que todo el trabajo ha sido completado, esta inspección constituirá la inspección final y el Contratista será notificado por escrito de la aceptación a partir de la fecha de esa inspección final. La aceptación final releva al Contratista de la responsabilidad futura de mantenimiento del proyecto.

Si la inspección determina trabajos insatisfactorios, el Contratista recibirá una lista de tales trabajos incompletos o que requieren corrección. Tan pronto complete o corrija el trabajo, el Contratista deberá notificar de nuevo al Contratante, para programar y efectuar una nueva inspección y resolución.

Tabla 107-1 (continuación)

Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)

Índice de Calidad Superior (ICS) o Índice de Calidad Inferior (ICJ)	Grado de Libertad (GL _d)											
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIIj)											
0.00	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%
0.05	48.037%	48.035%	48.034%	48.032%	48.031%	48.030%	48.029%	48.028%	48.027%	48.026%	48.025%	48.025%
0.10	46.079%	46.076%	46.072%	46.070%	46.067%	46.065%	46.063%	46.061%	46.059%	46.057%	46.056%	46.054%
0.15	44.132%	44.126%	44.122%	44.117%	44.113%	44.110%	44.107%	44.104%	44.101%	44.098%	44.096%	44.094%
0.20	42.200%	42.193%	42.186%	42.180%	42.175%	42.170%	42.166%	42.162%	42.158%	42.155%	42.152%	42.149%
0.25	40.288%	40.279%	40.271%	40.264%	40.257%	40.251%	40.245%	40.240%	40.236%	40.232%	40.228%	40.224%
0.30	38.402%	38.391%	38.381%	38.372%	38.364%	38.356%	38.350%	38.344%	38.338%	38.333%	38.328%	38.324%
0.35	36.545%	36.532%	36.520%	36.509%	36.500%	36.491%	36.483%	36.476%	36.470%	36.464%	36.458%	36.453%
0.40	34.722%	34.707%	34.693%	34.681%	34.670%	34.660%	34.651%	34.642%	34.635%	34.628%	34.621%	34.615%
0.45	32.937%	32.920%	32.904%	32.890%	32.877%	32.866%	32.856%	32.846%	32.837%	32.829%	32.822%	32.815%
0.50	31.194%	31.174%	31.157%	31.141%	31.127%	31.114%	31.102%	31.091%	31.081%	31.072%	31.064%	31.056%
0.55	29.498%	29.474%	29.454%	29.436%	29.420%	29.406%	29.393%	29.381%	29.370%	29.360%	29.351%	29.342%
0.60	27.845%	27.821%	27.799%	27.780%	27.762%	27.746%	27.732%	27.719%	27.706%	27.695%	27.685%	27.675%
0.65	26.246%	26.219%	26.195%	26.174%	26.154%	26.137%	26.121%	26.107%	26.093%	26.081%	26.070%	26.059%
0.70	24.699%	24.670%	24.644%	24.621%	24.600%	24.580%	24.563%	24.547%	24.533%	24.520%	24.507%	24.496%
0.75	23.207%	23.175%	23.147%	23.122%	23.099%	23.079%	23.060%	23.043%	23.027%	23.013%	22.999%	22.987%
0.80	21.771%	21.737%	21.707%	21.680%	21.656%	21.633%	21.613%	21.595%	21.578%	21.562%	21.548%	21.535%
0.85	20.393%	20.357%	20.324%	20.295%	20.269%	20.246%	20.224%	20.204%	20.186%	20.170%	20.154%	20.140%
0.90	19.073%	19.035%	19.000%	18.969%	18.941%	18.916%	18.893%	18.872%	18.853%	18.835%	18.819%	18.804%
0.95	17.812%	17.771%	17.735%	17.702%	17.673%	17.646%	17.622%	17.599%	17.579%	17.560%	17.543%	17.527%
1.00	16.610%	16.567%	16.528%	16.494%	16.463%	16.435%	16.409%	16.386%	16.364%	16.343%	16.326%	16.309%
1.05	15.468%	15.421%	15.381%	15.345%	15.312%	15.283%	15.256%	15.231%	15.208%	15.186%	15.166%	15.147%
1.10	14.380%	14.333%	14.291%	14.254%	14.220%	14.189%	14.161%	14.136%	14.112%	14.091%	14.071%	14.052%
1.15	13.352%	13.303%	13.260%	13.221%	13.185%	13.154%	13.125%	13.098%	13.074%	13.051%	13.031%	13.011%
1.20	12.380%	12.330%	12.285%	12.244%	12.208%	12.175%	12.145%	12.118%	12.093%	12.069%	12.048%	12.028%
1.25	11.464%	11.412%	11.365%	11.324%	11.286%	11.253%	11.222%	11.193%	11.168%	11.144%	11.122%	11.101%
1.30	10.601%	10.548%	10.500%	10.458%	10.419%	10.384%	10.353%	10.324%	10.297%	10.273%	10.250%	10.230%
1.35	9.790%	9.736%	9.687%	9.644%	9.605%	9.569%	9.537%	9.508%	9.481%	9.456%	9.433%	9.411%
1.40	9.030%	8.975%	8.926%	8.882%	8.842%	8.806%	8.773%	8.743%	8.715%	8.690%	8.667%	8.645%
1.45	8.319%	8.263%	8.213%	8.168%	8.128%	8.092%	8.058%	8.028%	8.000%	7.974%	7.951%	7.929%
1.50	7.654%	7.598%	7.548%	7.502%	7.462%	7.425%	7.391%	7.361%	7.333%	7.307%	7.283%	7.261%
1.55	7.035%	6.978%	6.927%	6.882%	6.841%	6.804%	6.770%	6.740%	6.711%	6.685%	6.661%	6.639%
1.60	6.458%	6.401%	6.350%	6.305%	6.264%	6.227%	6.193%	6.162%	6.134%	6.108%	6.084%	6.062%
1.65	5.922%	5.865%	5.814%	5.769%	5.728%	5.691%	5.657%	5.627%	5.599%	5.573%	5.549%	5.527%
1.70	5.424%	5.368%	5.317%	5.272%	5.232%	5.195%	5.161%	5.131%	5.103%	5.077%	5.053%	5.031%
1.75	4.963%	4.907%	4.857%	4.813%	4.772%	4.736%	4.703%	4.672%	4.645%	4.619%	4.596%	4.574%
1.80	4.537%	4.482%	4.432%	4.388%	4.348%	4.312%	4.280%	4.250%	4.222%	4.197%	4.174%	4.152%
1.85	4.144%	4.089%	4.040%	3.996%	3.957%	3.922%	3.890%	3.860%	3.833%	3.808%	3.786%	3.764%
1.90	3.780%	3.727%	3.679%	3.636%	3.597%	3.563%	3.531%	3.502%	3.476%	3.451%	3.429%	3.408%
1.95	3.446%	3.393%	3.346%	3.304%	3.267%	3.233%	3.202%	3.173%	3.148%	3.124%	3.102%	3.082%
2.00	3.139%	3.087%	3.041%	3.000%	2.963%	2.930%	2.900%	2.872%	2.847%	2.824%	2.802%	2.783%
2.05	2.856%	2.806%	2.761%	2.721%	2.685%	2.653%	2.623%	2.597%	2.572%	2.550%	2.529%	2.510%
2.10	2.597%	2.548%	2.505%	2.466%	2.431%	2.399%	2.371%	2.345%	2.321%	2.299%	2.279%	2.260%
2.15	2.360%	2.312%	2.270%	2.232%	2.198%	2.168%	2.140%	2.115%	2.092%	2.071%	2.052%	2.034%
2.20	2.142%	2.096%	2.055%	2.019%	1.986%	1.957%	1.930%	1.906%	1.884%	1.863%	1.845%	1.827%
2.25	1.944%	1.899%	1.860%	1.825%	1.793%	1.765%	1.739%	1.716%	1.694%	1.673%	1.657%	1.640%
2.30	1.762%	1.719%	1.681%	1.648%	1.617%	1.590%	1.565%	1.543%	1.522%	1.504%	1.488%	1.470%
2.35	1.597%	1.555%	1.519%	1.487%	1.458%	1.431%	1.408%	1.386%	1.367%	1.349%	1.332%	1.317%
2.40	1.446%	1.406%	1.371%	1.340%	1.312%	1.287%	1.265%	1.244%	1.225%	1.208%	1.193%	1.178%
2.45	1.309%	1.271%	1.237%	1.207%	1.181%	1.157%	1.135%	1.116%	1.098%	1.082%	1.067%	1.053%
2.50	1.184%	1.147%	1.115%	1.087%	1.062%	1.039%	1.018%	1.000%	0.983%	0.967%	0.953%	0.940%
2.55	1.070%	1.035%	1.005%	0.978%	0.954%	0.932%	0.913%	0.895%	0.879%	0.864%	0.851%	0.838%
2.60	0.967%	0.934%	0.905%	0.879%	0.856%	0.836%	0.817%	0.800%	0.785%	0.771%	0.758%	0.747%
2.65	0.873%	0.842%	0.814%	0.790%	0.768%	0.749%	0.731%	0.715%	0.701%	0.688%	0.676%	0.665%
2.70	0.789%	0.759%	0.733%	0.709%	0.689%	0.670%	0.654%	0.639%	0.625%	0.613%	0.602%	0.591%
2.75	0.712%	0.683%	0.659%	0.637%	0.617%	0.600%	0.584%	0.570%	0.557%	0.546%	0.535%	0.525%
2.80	0.642%	0.615%	0.592%	0.571%	0.553%	0.536%	0.522%	0.509%	0.496%	0.485%	0.475%	0.466%
2.85	0.579%	0.554%	0.532%	0.512%	0.495%	0.479%	0.466%	0.453%	0.442%	0.432%	0.422%	0.414%
2.90	0.522%	0.498%	0.477%	0.459%	0.443%	0.428%	0.415%	0.404%	0.393%	0.383%	0.375%	0.367%
2.95	0.471%	0.448%	0.428%	0.411%	0.396%	0.382%	0.370%	0.359%	0.349%	0.340%	0.332%	0.325%
3.00	0.424%	0.403%	0.384%	0.368%	0.354%	0.341%	0.330%	0.320%	0.310%	0.302%	0.294%	0.287%
3.05	0.382%	0.362%	0.345%	0.329%	0.316%	0.304%	0.294%	0.284%	0.275%	0.268%	0.261%	0.254%
3.10	0.344%	0.325%	0.309%	0.295%	0.282%	0.271%	0.261%	0.252%	0.244%	0.237%	0.231%	0.225%
3.15	0.310%	0.292%	0.277%	0.264%	0.252%	0.242%	0.232%	0.224%	0.217%	0.210%	0.204%	0.198%
3.20	0.279%	0.262%	0.248%	0.236%	0.225%	0.215%	0.207%	0.199%	0.192%	0.186%	0.180%	0.175%
3.25	0.251%	0.236%	0.222%	0.211%	0.201%	0.192%	0.184%	0.176%	0.170%	0.164%	0.159%	0.154%
3.30	0.226%	0.212%	0.199%	0.188%	0.179%	0.170%	0.163%	0.157%	0.151%	0.145%	0.140%	0.136%
3.35	0.203%	0.190%	0.178%	0.168%	0.159%	0.152%	0.145%	0.139%	0.133%	0.128%	0.124%	0.120%
3.40	0.183%	0.170%	0.160%	0.150%	0.142%	0.135%	0.129%	0.123%	0.118%	0.113%	0.109%	0.106%
3.45	0.165%	0.153%	0.143%	0.134%	0.127%	0.120%	0.114%	0.109%	0.104%	0.100%	0.096%	0.093%
3.50	0.148%	0.137%	0.128%	0.120%	0.113%	0.107%	0.101%	0.096%	0.092%	0.088%	0.085%	0.082%
3.55	0.133%	0.123%	0.114%	0.107%	0.100%	0.095%	0.090%	0.085%	0.081%	0.078%	0.075%	0.072%
3.60	0.120%	0.110%	0.102%	0.095%	0.089%	0.084%	0.080%	0.076%	0.072%	0.069%	0.066%	0.063%
3.65	0.108%	0.099%	0.092%	0.085%	0.080%	0.075%	0.071%	0.067%	0.063%	0.060%	0.058%	0.055%
3.70	0.097%	0.089%	0.082%	0.076%	0.071%	0.066%	0.063%	0.059%	0.056%	0.053%	0.051%	0.049%
3.75 o más	0.087%	0.080%	0.073%	0.068%	0.063%	0.059%	0.055%	0.052%	0.049%	0.047%	0.045%	0.043%

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o ICJ a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o ICJ inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o ICJ son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (ICi)	Grado de Libertad (GLj)											
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIIj)											
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%
0,05	48,024%	48,023%	48,023%	48,022%	48,022%	48,021%	48,021%	48,020%	48,020%	48,020%	48,019%	48,019%
0,10	46,053%	46,052%	46,050%	46,049%	46,048%	46,047%	46,047%	46,046%	46,046%	46,045%	46,044%	46,043%
0,15	44,092%	44,090%	44,088%	44,087%	44,085%	44,084%	44,083%	44,081%	44,080%	44,079%	44,078%	44,077%
0,20	42,148%	42,144%	42,142%	42,139%	42,137%	42,135%	42,134%	42,132%	42,130%	42,129%	42,127%	42,126%
0,25	40,212%	40,217%	40,215%	40,212%	40,209%	40,207%	40,205%	40,202%	40,200%	40,199%	40,197%	40,195%
0,30	38,283%	38,278%	38,275%	38,269%	38,266%	38,263%	38,260%	38,256%	38,254%	38,252%	38,250%	38,248%
0,35	36,448%	36,443%	36,439%	36,435%	36,432%	36,428%	36,425%	36,422%	36,420%	36,419%	36,414%	36,411%
0,40	34,610%	34,604%	34,600%	34,595%	34,591%	34,587%	34,583%	34,579%	34,576%	34,573%	34,570%	34,567%
0,45	32,809%	32,803%	32,797%	32,792%	32,787%	32,783%	32,778%	32,774%	32,770%	32,767%	32,763%	32,760%
0,50	31,049%	31,042%	31,036%	31,030%	31,025%	31,020%	31,015%	31,010%	31,006%	31,002%	30,998%	30,994%
0,55	29,334%	29,327%	29,320%	29,313%	29,307%	29,301%	29,296%	29,291%	29,286%	29,281%	29,277%	29,273%
0,60	27,667%	27,658%	27,651%	27,643%	27,637%	27,630%	27,624%	27,619%	27,613%	27,608%	27,603%	27,599%
0,65	26,049%	26,040%	26,032%	26,024%	26,017%	26,010%	26,003%	25,997%	25,991%	25,985%	25,980%	25,975%
0,70	24,485%	24,475%	24,468%	24,457%	24,449%	24,442%	24,434%	24,428%	24,421%	24,415%	24,410%	24,404%
0,75	22,976%	22,965%	22,955%	22,945%	22,937%	22,928%	22,921%	22,913%	22,906%	22,900%	22,894%	22,888%
0,80	21,522%	21,511%	21,500%	21,490%	21,480%	21,472%	21,463%	21,455%	21,448%	21,441%	21,434%	21,428%
0,85	20,127%	20,114%	20,103%	20,092%	20,082%	20,073%	20,064%	20,055%	20,047%	20,040%	20,032%	20,026%
0,90	18,790%	18,777%	18,764%	18,753%	18,742%	18,732%	18,723%	18,714%	18,705%	18,697%	18,689%	18,682%
0,95	17,512%	17,498%	17,485%	17,473%	17,462%	17,451%	17,441%	17,431%	17,422%	17,414%	17,406%	17,398%
1,00	16,294%	16,279%	16,265%	16,253%	16,241%	16,229%	16,219%	16,209%	16,199%	16,190%	16,182%	16,174%
1,05	15,135%	15,119%	15,105%	15,092%	15,079%	15,067%	15,056%	15,046%	15,036%	15,026%	15,016%	15,006%
1,10	14,035%	14,019%	14,004%	13,990%	13,977%	13,965%	13,953%	13,942%	13,932%	13,923%	13,913%	13,904%
1,15	12,994%	12,977%	12,961%	12,947%	12,933%	12,920%	12,908%	12,897%	12,886%	12,876%	12,867%	12,857%
1,20	12,010%	11,993%	11,977%	11,962%	11,947%	11,934%	11,922%	11,910%	11,899%	11,888%	11,878%	11,869%
1,25	11,082%	11,065%	11,048%	11,033%	11,018%	11,005%	10,992%	10,980%	10,968%	10,957%	10,947%	10,937%
1,30	10,210%	10,192%	10,175%	10,159%	10,144%	10,130%	10,117%	10,105%	10,093%	10,082%	10,072%	10,062%
1,35	9,391%	9,373%	9,356%	9,340%	9,324%	9,310%	9,297%	9,284%	9,272%	9,261%	9,250%	9,240%
1,40	8,625%	8,606%	8,589%	8,572%	8,557%	8,542%	8,529%	8,516%	8,504%	8,492%	8,481%	8,471%
1,45	7,908%	7,889%	7,872%	7,855%	7,839%	7,825%	7,811%	7,798%	7,786%	7,774%	7,763%	7,753%
1,50	7,240%	7,221%	7,203%	7,187%	7,171%	7,156%	7,142%	7,129%	7,117%	7,105%	7,094%	7,083%
1,55	6,619%	6,599%	6,581%	6,565%	6,549%	6,534%	6,520%	6,507%	6,494%	6,483%	6,472%	6,461%
1,60	6,041%	6,022%	6,004%	5,987%	5,971%	5,956%	5,943%	5,930%	5,918%	5,906%	5,894%	5,883%
1,65	5,508%	5,487%	5,469%	5,452%	5,436%	5,422%	5,408%	5,395%	5,382%	5,370%	5,359%	5,348%
1,70	5,011%	4,992%	4,974%	4,957%	4,942%	4,927%	4,913%	4,900%	4,888%	4,876%	4,865%	4,855%
1,75	4,554%	4,535%	4,517%	4,501%	4,485%	4,471%	4,457%	4,444%	4,432%	4,420%	4,410%	4,399%
1,80	4,132%	4,114%	4,096%	4,080%	4,065%	4,050%	4,037%	4,024%	4,012%	4,001%	3,990%	3,980%
1,85	3,745%	3,726%	3,709%	3,693%	3,678%	3,664%	3,651%	3,638%	3,627%	3,616%	3,605%	3,595%
1,90	3,389%	3,371%	3,354%	3,338%	3,324%	3,310%	3,297%	3,285%	3,273%	3,262%	3,252%	3,242%
1,95	3,063%	3,045%	3,029%	3,013%	2,999%	2,986%	2,973%	2,961%	2,950%	2,939%	2,929%	2,920%
2,00	2,764%	2,747%	2,731%	2,716%	2,702%	2,689%	2,677%	2,665%	2,654%	2,644%	2,634%	2,625%
2,05	2,492%	2,475%	2,460%	2,445%	2,432%	2,419%	2,407%	2,396%	2,385%	2,375%	2,365%	2,355%
2,10	2,243%	2,227%	2,212%	2,198%	2,185%	2,173%	2,161%	2,150%	2,140%	2,130%	2,121%	2,112%
2,15	2,017%	2,001%	1,987%	1,973%	1,961%	1,949%	1,938%	1,927%	1,917%	1,908%	1,899%	1,891%
2,20	1,811%	1,796%	1,782%	1,769%	1,757%	1,746%	1,735%	1,725%	1,716%	1,707%	1,698%	1,690%
2,25	1,625%	1,610%	1,597%	1,584%	1,573%	1,562%	1,552%	1,542%	1,533%	1,524%	1,516%	1,508%
2,30	1,459%	1,442%	1,428%	1,417%	1,406%	1,395%	1,385%	1,376%	1,368%	1,360%	1,352%	1,344%
2,35	1,303%	1,290%	1,277%	1,266%	1,255%	1,245%	1,236%	1,227%	1,219%	1,211%	1,203%	1,196%
2,40	1,164%	1,152%	1,140%	1,129%	1,119%	1,110%	1,101%	1,092%	1,085%	1,077%	1,070%	1,063%
2,45	1,040%	1,028%	1,017%	1,007%	0,997%	0,988%	0,979%	0,971%	0,964%	0,957%	0,950%	0,944%
2,50	0,928%	0,916%	0,906%	0,896%	0,887%	0,878%	0,870%	0,863%	0,856%	0,849%	0,843%	0,837%
2,55	0,827%	0,816%	0,806%	0,797%	0,788%	0,780%	0,772%	0,765%	0,759%	0,752%	0,746%	0,741%
2,60	0,736%	0,726%	0,716%	0,708%	0,700%	0,692%	0,685%	0,678%	0,672%	0,666%	0,660%	0,655%
2,65	0,654%	0,645%	0,636%	0,628%	0,620%	0,613%	0,606%	0,600%	0,594%	0,589%	0,583%	0,578%
2,70	0,581%	0,573%	0,564%	0,557%	0,549%	0,543%	0,536%	0,530%	0,525%	0,520%	0,515%	0,510%
2,75	0,516%	0,508%	0,500%	0,493%	0,486%	0,480%	0,474%	0,468%	0,463%	0,458%	0,454%	0,449%
2,80	0,458%	0,450%	0,443%	0,436%	0,430%	0,424%	0,418%	0,413%	0,408%	0,404%	0,399%	0,395%
2,85	0,406%	0,398%	0,392%	0,385%	0,379%	0,374%	0,369%	0,364%	0,359%	0,355%	0,351%	0,347%
2,90	0,359%	0,352%	0,346%	0,340%	0,335%	0,330%	0,325%	0,320%	0,316%	0,312%	0,309%	0,305%
2,95	0,318%	0,311%	0,305%	0,300%	0,295%	0,290%	0,286%	0,282%	0,278%	0,274%	0,271%	0,268%
3,00	0,281%	0,275%	0,269%	0,264%	0,259%	0,255%	0,250%	0,246%	0,242%	0,239%	0,237%	0,234%
3,05	0,248%	0,243%	0,238%	0,233%	0,229%	0,224%	0,221%	0,217%	0,214%	0,211%	0,208%	0,205%
3,10	0,219%	0,214%	0,209%	0,205%	0,201%	0,197%	0,194%	0,190%	0,187%	0,184%	0,182%	0,179%
3,15	0,193%	0,188%	0,184%	0,180%	0,176%	0,173%	0,170%	0,167%	0,164%	0,161%	0,159%	0,157%
3,20	0,170%	0,166%	0,162%	0,158%	0,155%	0,152%	0,149%	0,146%	0,143%	0,141%	0,139%	0,137%
3,25	0,150%	0,146%	0,142%	0,139%	0,136%	0,133%	0,130%	0,128%	0,125%	0,123%	0,121%	0,119%
3,30	0,132%	0,128%	0,125%	0,122%	0,119%	0,116%	0,114%	0,111%	0,109%	0,107%	0,105%	0,104%
3,35	0,116%	0,113%	0,110%	0,107%	0,104%	0,102%	0,099%	0,097%	0,095%	0,093%	0,092%	0,090%
3,40	0,102%	0,099%	0,096%	0,094%	0,091%	0,089%	0,087%	0,085%	0,083%	0,081%	0,080%	0,078%
3,45	0,090%	0,087%	0,084%	0,082%	0,080%	0,078%	0,076%	0,074%	0,072%	0,071%	0,069%	0,068%
3,50	0,079%	0,076%	0,074%	0,072%	0,070%	0,068%	0,066%	0,064%	0,063%	0,062%	0,060%	0,059%
3,55	0,069%	0,067%	0,065%	0,063%	0,061%	0,059%	0,058%	0,056%	0,055%	0,053%	0,052%	0,051%
3,60	0,061%	0,059%	0,057%	0,055%	0,053%	0,052%	0,050%	0,049%	0,048%	0,046%	0,045%	0,044%
3,65	0,053%	0,051%	0,049%	0,048%	0,046%	0,045%	0,044%	0,042%	0,041%	0,040%	0,039%	0,038%
3,70	0,047%	0,045%	0,043%	0,042%	0,040%	0,039%	0,038%	0,037%	0,036%	0,035%	0,034%	0,033%
3,75 o más	0,041%	0,039%	0,038%	0,036%	0,035%	0,034%	0,033%	0,032%	0,031%	0,030%	0,029%	0,029%

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o ICi a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o ICi inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o ICi son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-1 (continuación)

Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)

Índice de Calidad Superior (ICS) o Índice de Calidad Inferior (ICI)	Grado de Libertad (GL _d)												
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PIS _j o PII _j)												
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%
0,05	48,024%	48,023%	48,023%	48,022%	48,022%	48,021%	48,021%	48,020%	48,020%	48,020%	48,019%	48,019%	48,019%
0,10	46,053%	46,052%	46,050%	46,049%	46,048%	46,047%	46,047%	46,046%	46,045%	46,044%	46,044%	46,043%	46,043%
0,15	44,082%	44,080%	44,088%	44,087%	44,085%	44,084%	44,083%	44,081%	44,080%	44,079%	44,078%	44,077%	44,077%
0,20	42,144%	42,144%	42,142%	42,139%	42,137%	42,135%	42,134%	42,132%	42,130%	42,129%	42,127%	42,126%	42,126%
0,25	40,221%	40,217%	40,215%	40,212%	40,209%	40,207%	40,205%	40,202%	40,200%	40,199%	40,197%	40,195%	40,195%
0,30	38,320%	38,316%	38,312%	38,309%	38,306%	38,303%	38,300%	38,298%	38,295%	38,293%	38,291%	38,289%	38,289%
0,35	36,448%	36,443%	36,439%	36,435%	36,432%	36,428%	36,425%	36,422%	36,419%	36,416%	36,414%	36,411%	36,411%
0,40	34,610%	34,604%	34,600%	34,595%	34,591%	34,587%	34,583%	34,579%	34,576%	34,573%	34,570%	34,567%	34,567%
0,45	32,809%	32,803%	32,797%	32,792%	32,787%	32,783%	32,778%	32,774%	32,770%	32,767%	32,763%	32,760%	32,760%
0,50	31,049%	31,042%	31,036%	31,030%	31,025%	31,020%	31,015%	31,010%	31,006%	31,002%	30,998%	30,994%	30,994%
0,55	29,334%	29,327%	29,320%	29,313%	29,307%	29,301%	29,296%	29,291%	29,286%	29,281%	29,277%	29,273%	29,273%
0,60	27,667%	27,658%	27,651%	27,643%	27,637%	27,630%	27,624%	27,619%	27,613%	27,608%	27,603%	27,599%	27,599%
0,65	26,049%	26,040%	26,032%	26,024%	26,017%	26,010%	26,003%	25,997%	25,991%	25,985%	25,980%	25,975%	25,975%
0,70	24,485%	24,475%	24,466%	24,457%	24,449%	24,442%	24,434%	24,428%	24,421%	24,415%	24,410%	24,404%	24,404%
0,75	22,978%	22,965%	22,955%	22,945%	22,937%	22,928%	22,921%	22,913%	22,906%	22,900%	22,894%	22,888%	22,888%
0,80	21,522%	21,511%	21,500%	21,490%	21,480%	21,472%	21,463%	21,455%	21,448%	21,441%	21,434%	21,428%	21,428%
0,85	20,127%	20,114%	20,103%	20,092%	20,082%	20,073%	20,064%	20,055%	20,047%	20,040%	20,032%	20,026%	20,026%
0,90	18,790%	18,777%	18,764%	18,753%	18,742%	18,732%	18,723%	18,714%	18,705%	18,697%	18,689%	18,682%	18,682%
0,95	17,512%	17,498%	17,485%	17,473%	17,462%	17,451%	17,441%	17,431%	17,422%	17,414%	17,406%	17,398%	17,398%
1,00	16,294%	16,279%	16,265%	16,253%	16,241%	16,229%	16,219%	16,209%	16,199%	16,190%	16,182%	16,174%	16,174%
1,05	15,136%	15,119%	15,105%	15,092%	15,079%	15,067%	15,056%	15,046%	15,036%	15,026%	15,018%	15,010%	15,010%
1,10	14,035%	14,019%	14,004%	13,990%	13,977%	13,965%	13,953%	13,942%	13,932%	13,923%	13,913%	13,904%	13,904%
1,15	12,994%	12,977%	12,961%	12,947%	12,933%	12,920%	12,908%	12,897%	12,886%	12,876%	12,867%	12,857%	12,857%
1,20	12,010%	11,993%	11,977%	11,962%	11,947%	11,934%	11,922%	11,910%	11,899%	11,888%	11,878%	11,869%	11,869%
1,25	11,082%	11,065%	11,048%	11,033%	11,018%	11,005%	10,992%	10,980%	10,968%	10,957%	10,947%	10,937%	10,937%
1,30	10,210%	10,192%	10,175%	10,159%	10,144%	10,130%	10,117%	10,105%	10,093%	10,082%	10,072%	10,062%	10,062%
1,35	9,391%	9,373%	9,356%	9,340%	9,324%	9,310%	9,297%	9,284%	9,272%	9,261%	9,250%	9,240%	9,240%
1,40	8,625%	8,606%	8,589%	8,572%	8,557%	8,542%	8,529%	8,516%	8,504%	8,492%	8,481%	8,471%	8,471%
1,45	7,908%	7,889%	7,872%	7,855%	7,839%	7,825%	7,811%	7,798%	7,786%	7,774%	7,763%	7,753%	7,753%
1,50	7,240%	7,221%	7,203%	7,187%	7,171%	7,156%	7,142%	7,129%	7,117%	7,105%	7,094%	7,083%	7,083%
1,55	6,619%	6,599%	6,581%	6,565%	6,549%	6,534%	6,520%	6,507%	6,494%	6,483%	6,472%	6,461%	6,461%
1,60	6,041%	6,021%	6,004%	5,987%	5,971%	5,957%	5,943%	5,929%	5,917%	5,905%	5,894%	5,883%	5,883%
1,65	5,506%	5,487%	5,469%	5,452%	5,436%	5,422%	5,408%	5,395%	5,382%	5,370%	5,359%	5,349%	5,349%
1,70	5,011%	4,992%	4,974%	4,957%	4,942%	4,927%	4,913%	4,900%	4,888%	4,876%	4,865%	4,855%	4,855%
1,75	4,554%	4,535%	4,517%	4,501%	4,485%	4,471%	4,457%	4,444%	4,432%	4,420%	4,410%	4,399%	4,399%
1,80	4,132%	4,114%	4,096%	4,080%	4,065%	4,050%	4,037%	4,024%	4,012%	4,001%	3,990%	3,980%	3,980%
1,85	3,745%	3,726%	3,709%	3,693%	3,678%	3,664%	3,651%	3,639%	3,627%	3,616%	3,605%	3,595%	3,595%
1,90	3,389%	3,371%	3,354%	3,338%	3,324%	3,310%	3,297%	3,285%	3,273%	3,262%	3,252%	3,242%	3,242%
1,95	3,063%	3,045%	3,029%	3,013%	2,999%	2,986%	2,973%	2,961%	2,950%	2,939%	2,929%	2,920%	2,920%
2,00	2,764%	2,747%	2,731%	2,716%	2,702%	2,689%	2,677%	2,665%	2,654%	2,644%	2,634%	2,625%	2,625%
2,05	2,492%	2,475%	2,460%	2,445%	2,432%	2,419%	2,407%	2,396%	2,385%	2,375%	2,366%	2,357%	2,357%
2,10	2,243%	2,227%	2,212%	2,198%	2,185%	2,173%	2,161%	2,150%	2,140%	2,130%	2,121%	2,112%	2,112%
2,15	2,017%	2,001%	1,987%	1,973%	1,961%	1,949%	1,938%	1,927%	1,917%	1,908%	1,899%	1,891%	1,891%
2,20	1,811%	1,796%	1,782%	1,769%	1,757%	1,746%	1,735%	1,725%	1,716%	1,707%	1,698%	1,690%	1,690%
2,25	1,625%	1,610%	1,597%	1,584%	1,573%	1,562%	1,552%	1,542%	1,533%	1,524%	1,516%	1,508%	1,508%
2,30	1,458%	1,442%	1,429%	1,417%	1,405%	1,395%	1,386%	1,376%	1,368%	1,359%	1,352%	1,344%	1,344%
2,35	1,303%	1,289%	1,277%	1,266%	1,255%	1,245%	1,236%	1,227%	1,219%	1,211%	1,203%	1,196%	1,196%
2,40	1,164%	1,152%	1,140%	1,129%	1,119%	1,110%	1,101%	1,092%	1,084%	1,077%	1,070%	1,063%	1,063%
2,45	1,040%	1,028%	1,017%	1,007%	0,997%	0,988%	0,979%	0,971%	0,964%	0,957%	0,950%	0,944%	0,944%
2,50	0,928%	0,916%	0,906%	0,896%	0,887%	0,878%	0,870%	0,863%	0,856%	0,849%	0,843%	0,837%	0,837%
2,55	0,827%	0,816%	0,806%	0,797%	0,788%	0,780%	0,772%	0,765%	0,758%	0,752%	0,746%	0,741%	0,741%
2,60	0,736%	0,726%	0,716%	0,708%	0,700%	0,692%	0,685%	0,678%	0,672%	0,666%	0,660%	0,655%	0,655%
2,65	0,654%	0,645%	0,636%	0,628%	0,620%	0,613%	0,606%	0,600%	0,594%	0,589%	0,583%	0,578%	0,578%
2,70	0,581%	0,573%	0,564%	0,557%	0,549%	0,543%	0,536%	0,530%	0,525%	0,520%	0,515%	0,510%	0,510%
2,75	0,516%	0,508%	0,500%	0,493%	0,486%	0,480%	0,474%	0,468%	0,463%	0,458%	0,454%	0,449%	0,449%
2,80	0,458%	0,450%	0,443%	0,436%	0,430%	0,424%	0,418%	0,413%	0,408%	0,404%	0,399%	0,395%	0,395%
2,85	0,406%	0,398%	0,392%	0,385%	0,379%	0,374%	0,369%	0,364%	0,359%	0,355%	0,351%	0,347%	0,347%
2,90	0,359%	0,352%	0,346%	0,340%	0,335%	0,330%	0,325%	0,320%	0,316%	0,312%	0,309%	0,305%	0,305%
2,95	0,318%	0,311%	0,305%	0,300%	0,295%	0,290%	0,286%	0,282%	0,278%	0,274%	0,271%	0,268%	0,268%
3,00	0,281%	0,275%	0,269%	0,264%	0,260%	0,255%	0,251%	0,247%	0,244%	0,241%	0,237%	0,234%	0,234%
3,05	0,248%	0,243%	0,238%	0,233%	0,229%	0,224%	0,221%	0,217%	0,214%	0,211%	0,208%	0,205%	0,205%
3,10	0,219%	0,214%	0,209%	0,205%	0,201%	0,197%	0,194%	0,190%	0,187%	0,184%	0,182%	0,179%	0,179%
3,15	0,193%	0,188%	0,184%	0,180%	0,176%	0,173%	0,170%	0,167%	0,164%	0,161%	0,159%	0,157%	0,157%
3,20	0,170%	0,166%	0,162%	0,158%	0,155%	0,152%	0,149%	0,146%	0,143%	0,141%	0,139%	0,137%	0,137%
3,25	0,150%	0,146%	0,142%	0,139%	0,136%	0,133%	0,130%	0,128%	0,125%	0,123%	0,121%	0,119%	0,119%
3,30	0,132%	0,128%	0,125%	0,122%	0,119%	0,116%	0,114%	0,111%	0,109%	0,107%	0,105%	0,104%	0,104%
3,35	0,116%	0,113%	0,110%	0,107%	0,104%	0,102%	0,099%	0,097%	0,095%	0,093%	0,092%	0,090%	0,090%
3,40	0,102%	0,099%	0,096%	0,094%	0,091%	0,089%	0,087%	0,085%	0,083%	0,081%	0,080%	0,078%	0,078%
3,45	0,090%	0,087%	0,084%	0,082%	0,080%	0,078%	0,076%	0,074%	0,072%	0,071%	0,069%	0,068%	0,068%
3,50	0,079%	0,076%	0,074%	0,072%	0,070%	0,068%	0,066%	0,064%	0,063%	0,062%	0,060%	0,059%	0,059%
3,55	0,069%	0,067%	0,065%	0,063%	0,061%	0,059%	0,058%	0,056%	0,055%	0,053%	0,052%	0,051%	0,051%
3,60	0,061%	0,059%	0,057%	0,055%	0,053%	0,052%	0,050%	0,049%	0,048%	0,046%	0,045%	0,044%	0,044%
3,65	0,053%	0,051%	0,049%	0,048%	0,046%	0,045%	0,044%	0,042%	0,041%	0,040%	0,039%	0,038%	0,038%
3,70	0,047%	0,045%	0,043%	0,042%	0,040%	0,039%	0,038%	0,037%	0,036%	0,035%	0,034%	0,033%	0,033%
3,75 o más	0,041%	0,039%	0,038%	0,036%	0,035%	0,034%	0,033%	0,032%	0,031%	0,030%	0,029%	0,029%	0,029%

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o ICIj a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o ICIj inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o ICIj son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)

Índice de Calidad Superior (ICS) o Índice de Calidad Inferior (ICl)	Grado de Libertad (GL)												
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIIj)												
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	
0,05	48,016%	48,016%	48,015%	48,015%	48,015%	48,015%	48,015%	48,015%	48,014%	48,014%	48,014%	48,014%	
0,10	46,036%	46,036%	46,036%	46,035%	46,035%	46,035%	46,034%	46,034%	46,034%	46,034%	46,034%	46,033%	
0,15	44,067%	44,067%	44,066%	44,066%	44,065%	44,065%	44,064%	44,064%	44,064%	44,063%	44,063%	44,062%	
0,20	42,113%	42,112%	42,112%	42,111%	42,110%	42,110%	42,109%	42,108%	42,108%	42,107%	42,107%	42,106%	
0,25	40,179%	40,178%	40,177%	40,176%	40,175%	40,174%	40,173%	40,173%	40,172%	40,171%	40,171%	40,170%	
0,30	38,266%	38,266%	38,266%	38,265%	38,264%	38,263%	38,262%	38,262%	38,261%	38,260%	38,260%	38,259%	
0,35	36,388%	36,386%	36,385%	36,384%	36,383%	36,381%	36,380%	36,379%	36,378%	36,376%	36,375%	36,374%	
0,40	34,540%	34,538%	34,537%	34,535%	34,534%	34,533%	34,531%	34,530%	34,529%	34,528%	34,527%	34,525%	
0,45	32,729%	32,727%	32,726%	32,724%	32,722%	32,721%	32,719%	32,718%	32,717%	32,715%	32,714%	32,713%	
0,50	30,959%	30,957%	30,955%	30,953%	30,952%	30,950%	30,948%	30,947%	30,945%	30,944%	30,942%	30,941%	
0,55	29,234%	29,231%	29,229%	29,227%	29,225%	29,223%	29,222%	29,220%	29,218%	29,216%	29,215%	29,213%	
0,60	27,556%	27,553%	27,551%	27,549%	27,546%	27,544%	27,542%	27,540%	27,538%	27,536%	27,535%	27,533%	
0,65	25,928%	25,925%	25,922%	25,920%	25,917%	25,915%	25,913%	25,911%	25,909%	25,907%	25,905%	25,903%	
0,70	24,352%	24,349%	24,347%	24,344%	24,341%	24,339%	24,336%	24,334%	24,332%	24,329%	24,327%	24,325%	
0,75	22,832%	22,829%	22,826%	22,823%	22,820%	22,817%	22,814%	22,812%	22,809%	22,807%	22,805%	22,802%	
0,80	21,368%	21,364%	21,361%	21,358%	21,355%	21,352%	21,349%	21,346%	21,343%	21,341%	21,338%	21,336%	
0,85	19,961%	19,957%	19,954%	19,951%	19,947%	19,944%	19,941%	19,938%	19,935%	19,932%	19,930%	19,927%	
0,90	18,613%	18,610%	18,606%	18,602%	18,599%	18,595%	18,592%	18,589%	18,586%	18,583%	18,580%	18,577%	
0,95	17,325%	17,321%	17,317%	17,313%	17,310%	17,306%	17,303%	17,299%	17,296%	17,293%	17,290%	17,287%	
1,00	16,097%	16,093%	16,089%	16,084%	16,081%	16,077%	16,073%	16,070%	16,066%	16,063%	16,060%	16,057%	
1,05	14,929%	14,924%	14,920%	14,916%	14,911%	14,907%	14,904%	14,900%	14,896%	14,893%	14,890%	14,886%	
1,10	13,820%	13,815%	13,811%	13,806%	13,802%	13,798%	13,794%	13,790%	13,786%	13,783%	13,779%	13,776%	
1,15	12,770%	12,765%	12,761%	12,756%	12,752%	12,747%	12,743%	12,739%	12,735%	12,732%	12,728%	12,725%	
1,20	11,779%	11,774%	11,769%	11,764%	11,760%	11,755%	11,751%	11,747%	11,743%	11,739%	11,735%	11,732%	
1,25	10,845%	10,840%	10,834%	10,830%	10,825%	10,820%	10,816%	10,812%	10,808%	10,804%	10,800%	10,796%	
1,30	9,961%	9,956%	9,950%	9,945%	9,940%	9,935%	9,930%	9,925%	9,920%	9,915%	9,910%	9,905%	
1,35	9,143%	9,138%	9,132%	9,127%	9,122%	9,118%	9,113%	9,109%	9,104%	9,100%	9,096%	9,092%	
1,40	8,373%	8,367%	8,362%	8,356%	8,351%	8,347%	8,342%	8,337%	8,333%	8,329%	8,325%	8,321%	
1,45	7,653%	7,648%	7,642%	7,637%	7,632%	7,627%	7,622%	7,618%	7,613%	7,609%	7,605%	7,601%	
1,50	6,983%	6,977%	6,972%	6,967%	6,962%	6,957%	6,952%	6,947%	6,943%	6,939%	6,934%	6,930%	
1,55	6,360%	6,355%	6,349%	6,344%	6,339%	6,334%	6,329%	6,324%	6,320%	6,316%	6,312%	6,308%	
1,60	5,783%	5,777%	5,772%	5,766%	5,761%	5,756%	5,751%	5,747%	5,743%	5,739%	5,734%	5,730%	
1,65	5,249%	5,243%	5,237%	5,232%	5,227%	5,222%	5,217%	5,213%	5,208%	5,204%	5,200%	5,196%	
1,70	4,755%	4,750%	4,744%	4,739%	4,734%	4,729%	4,724%	4,720%	4,715%	4,711%	4,707%	4,703%	
1,75	4,301%	4,295%	4,290%	4,285%	4,280%	4,275%	4,270%	4,266%	4,262%	4,257%	4,253%	4,249%	
1,80	3,883%	3,878%	3,872%	3,867%	3,862%	3,858%	3,853%	3,849%	3,844%	3,840%	3,836%	3,832%	
1,85	3,500%	3,495%	3,489%	3,484%	3,480%	3,475%	3,470%	3,466%	3,462%	3,458%	3,454%	3,450%	
1,90	3,149%	3,144%	3,139%	3,134%	3,129%	3,125%	3,120%	3,116%	3,112%	3,108%	3,104%	3,101%	
1,95	2,829%	2,824%	2,819%	2,814%	2,809%	2,805%	2,801%	2,797%	2,793%	2,789%	2,785%	2,781%	
2,00	2,537%	2,532%	2,527%	2,522%	2,518%	2,514%	2,510%	2,506%	2,502%	2,498%	2,494%	2,491%	
2,05	2,271%	2,266%	2,262%	2,257%	2,253%	2,249%	2,245%	2,241%	2,237%	2,233%	2,230%	2,227%	
2,10	2,030%	2,025%	2,021%	2,016%	2,012%	2,008%	2,004%	2,001%	1,997%	1,994%	1,990%	1,987%	
2,15	1,811%	1,807%	1,803%	1,798%	1,794%	1,791%	1,787%	1,783%	1,780%	1,776%	1,773%	1,770%	
2,20	1,614%	1,609%	1,605%	1,601%	1,597%	1,594%	1,590%	1,587%	1,583%	1,580%	1,577%	1,574%	
2,25	1,435%	1,431%	1,427%	1,423%	1,420%	1,416%	1,413%	1,410%	1,406%	1,403%	1,400%	1,398%	
2,30	1,275%	1,271%	1,267%	1,263%	1,260%	1,257%	1,253%	1,250%	1,247%	1,244%	1,241%	1,238%	
2,35	1,130%	1,126%	1,123%	1,119%	1,116%	1,113%	1,110%	1,107%	1,104%	1,101%	1,099%	1,096%	
2,40	1,001%	0,997%	0,994%	0,990%	0,987%	0,984%	0,981%	0,978%	0,976%	0,973%	0,971%	0,968%	
2,45	0,884%	0,881%	0,878%	0,875%	0,872%	0,869%	0,866%	0,864%	0,861%	0,859%	0,856%	0,854%	
2,50	0,781%	0,777%	0,774%	0,772%	0,769%	0,766%	0,763%	0,761%	0,759%	0,756%	0,754%	0,752%	
2,55	0,688%	0,685%	0,682%	0,679%	0,677%	0,674%	0,672%	0,669%	0,667%	0,665%	0,663%	0,661%	
2,60	0,605%	0,603%	0,600%	0,597%	0,595%	0,593%	0,590%	0,588%	0,586%	0,584%	0,582%	0,580%	
2,65	0,532%	0,529%	0,527%	0,524%	0,522%	0,520%	0,518%	0,516%	0,514%	0,512%	0,510%	0,508%	
2,70	0,467%	0,464%	0,462%	0,460%	0,458%	0,456%	0,454%	0,452%	0,450%	0,448%	0,446%	0,445%	
2,75	0,409%	0,407%	0,405%	0,402%	0,400%	0,399%	0,397%	0,395%	0,393%	0,392%	0,390%	0,388%	
2,80	0,358%	0,356%	0,354%	0,352%	0,350%	0,348%	0,346%	0,345%	0,343%	0,342%	0,340%	0,338%	
2,85	0,313%	0,311%	0,309%	0,307%	0,305%	0,304%	0,302%	0,301%	0,299%	0,298%	0,296%	0,295%	
2,90	0,273%	0,271%	0,269%	0,268%	0,266%	0,265%	0,263%	0,262%	0,260%	0,259%	0,258%	0,257%	
2,95	0,238%	0,236%	0,235%	0,233%	0,232%	0,230%	0,229%	0,228%	0,226%	0,225%	0,224%	0,223%	
3,00	0,207%	0,205%	0,204%	0,203%	0,201%	0,200%	0,199%	0,198%	0,196%	0,195%	0,194%	0,193%	
3,05	0,180%	0,178%	0,177%	0,176%	0,175%	0,173%	0,172%	0,171%	0,170%	0,168%	0,168%	0,167%	
3,10	0,156%	0,155%	0,154%	0,152%	0,151%	0,150%	0,149%	0,148%	0,147%	0,146%	0,145%	0,145%	
3,15	0,135%	0,134%	0,133%	0,132%	0,131%	0,130%	0,129%	0,128%	0,127%	0,126%	0,126%	0,125%	
3,20	0,117%	0,116%	0,115%	0,114%	0,113%	0,112%	0,111%	0,111%	0,110%	0,109%	0,108%	0,108%	
3,25	0,101%	0,100%	0,099%	0,099%	0,098%	0,097%	0,096%	0,095%	0,095%	0,094%	0,093%	0,093%	
3,30	0,088%	0,087%	0,086%	0,085%	0,084%	0,084%	0,083%	0,082%	0,082%	0,081%	0,080%	0,080%	
3,35	0,076%	0,075%	0,074%	0,073%	0,073%	0,072%	0,071%	0,071%	0,070%	0,070%	0,069%	0,068%	
3,40	0,065%	0,064%	0,064%	0,063%	0,062%	0,062%	0,061%	0,061%	0,060%	0,060%	0,059%	0,059%	
3,45	0,056%	0,055%	0,055%	0,054%	0,054%	0,053%	0,053%	0,052%	0,052%	0,051%	0,051%	0,050%	
3,50	0,048%	0,048%	0,047%	0,047%	0,046%	0,046%	0,045%	0,045%	0,044%	0,044%	0,043%	0,043%	
3,55	0,041%	0,041%	0,040%	0,040%	0,039%	0,039%	0,038%	0,038%	0,038%	0,037%	0,037%	0,037%	
3,60	0,036%	0,035%	0,035%	0,034%	0,034%	0,033%	0,033%	0,033%	0,032%	0,032%	0,032%	0,031%	
3,65	0,030%	0,030%	0,030%	0,029%	0,029%	0,029%	0,028%	0,028%	0,028%	0,027%	0,027%	0,027%	
3,70	0,026%	0,026%	0,025%	0,025%	0,025%	0,024%	0,024%	0,024%	0,024%	0,023%	0,023%	0,023%	
3,75 o más	0,022%	0,022%	0,022%	0,021%	0,021%	0,021%	0,021%	0,020%	0,020%	0,020%	0,020%	0,019%	

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o IClj a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o IClj inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o IClj son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-1 (continuación)

Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)

Índice de Calidad Superior (ICS) o Índice de Calidad Inferior (ICI)	Grado de Libertad (GL _d)						
	64	65	66	67	68	69	70
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PIS _j o PII _j)						
0.00	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%
0.05	48.014%	48.014%	48.014%	48.014%	48.013%	48.013%	48.013%
0.10	46.033%	46.033%	46.032%	46.032%	46.032%	46.032%	46.032%
0.15	44.062%	44.061%	44.061%	44.061%	44.060%	44.060%	44.060%
0.20	42.106%	42.105%	42.105%	42.104%	42.104%	42.103%	42.103%
0.25	40.169%	40.169%	40.168%	40.168%	40.167%	40.167%	40.166%
0.30	38.257%	38.257%	38.256%	38.255%	38.255%	38.254%	38.253%
0.35	36.374%	36.374%	36.373%	36.372%	36.371%	36.370%	36.369%
0.40	34.524%	34.523%	34.522%	34.521%	34.521%	34.520%	34.519%
0.45	32.712%	32.710%	32.709%	32.708%	32.707%	32.706%	32.705%
0.50	30.939%	30.938%	30.937%	30.936%	30.934%	30.933%	30.932%
0.55	29.212%	29.210%	29.209%	29.207%	29.206%	29.205%	29.204%
0.60	27.531%	27.530%	27.528%	27.527%	27.525%	27.524%	27.522%
0.65	25.901%	25.899%	25.897%	25.896%	25.894%	25.893%	25.891%
0.70	24.323%	24.321%	24.319%	24.318%	24.316%	24.314%	24.312%
0.75	22.800%	22.798%	22.796%	22.794%	22.792%	22.790%	22.788%
0.80	21.334%	21.331%	21.329%	21.327%	21.325%	21.323%	21.321%
0.85	19.925%	19.922%	19.920%	19.918%	19.915%	19.913%	19.911%
0.90	18.575%	18.572%	18.570%	18.567%	18.565%	18.563%	18.560%
0.95	17.284%	17.282%	17.279%	17.276%	17.274%	17.271%	17.269%
1.00	16.054%	16.051%	16.048%	16.045%	16.043%	16.040%	16.038%
1.05	14.883%	14.880%	14.877%	14.875%	14.872%	14.869%	14.866%
1.10	13.773%	13.769%	13.766%	13.763%	13.761%	13.758%	13.755%
1.15	12.721%	12.718%	12.715%	12.712%	12.709%	12.706%	12.703%
1.20	11.728%	11.725%	11.721%	11.718%	11.715%	11.712%	11.709%
1.25	10.793%	10.789%	10.786%	10.782%	10.779%	10.776%	10.773%
1.30	9.913%	9.910%	9.906%	9.903%	9.900%	9.896%	9.893%
1.35	9.089%	9.085%	9.081%	9.078%	9.075%	9.071%	9.068%
1.40	8.317%	8.313%	8.310%	8.306%	8.303%	8.300%	8.296%
1.45	7.597%	7.593%	7.590%	7.586%	7.583%	7.579%	7.576%
1.50	6.927%	6.923%	6.919%	6.916%	6.912%	6.909%	6.906%
1.55	6.304%	6.300%	6.296%	6.293%	6.289%	6.286%	6.283%
1.60	5.729%	5.725%	5.721%	5.716%	5.712%	5.708%	5.705%
1.65	5.192%	5.188%	5.185%	5.181%	5.178%	5.174%	5.171%
1.70	4.699%	4.696%	4.692%	4.688%	4.685%	4.682%	4.679%
1.75	4.246%	4.242%	4.238%	4.235%	4.231%	4.228%	4.225%
1.80	3.826%	3.822%	3.818%	3.815%	3.812%	3.808%	3.806%
1.85	3.447%	3.443%	3.440%	3.436%	3.433%	3.430%	3.427%
1.90	3.097%	3.094%	3.090%	3.087%	3.084%	3.081%	3.078%
1.95	2.778%	2.775%	2.771%	2.768%	2.765%	2.762%	2.759%
2.00	2.487%	2.484%	2.481%	2.478%	2.475%	2.472%	2.469%
2.05	2.223%	2.220%	2.217%	2.214%	2.211%	2.208%	2.206%
2.10	1.984%	1.981%	1.978%	1.975%	1.972%	1.969%	1.967%
2.15	1.767%	1.764%	1.761%	1.758%	1.756%	1.753%	1.751%
2.20	1.571%	1.568%	1.566%	1.563%	1.560%	1.558%	1.555%
2.25	1.395%	1.392%	1.389%	1.387%	1.384%	1.382%	1.380%
2.30	1.239%	1.233%	1.231%	1.229%	1.226%	1.224%	1.222%
2.35	1.093%	1.091%	1.089%	1.086%	1.084%	1.082%	1.080%
2.40	0.966%	0.963%	0.961%	0.959%	0.957%	0.955%	0.953%
2.45	0.852%	0.849%	0.847%	0.845%	0.843%	0.841%	0.839%
2.50	0.750%	0.748%	0.746%	0.744%	0.742%	0.740%	0.738%
2.55	0.659%	0.657%	0.655%	0.653%	0.652%	0.650%	0.648%
2.60	0.578%	0.576%	0.575%	0.573%	0.571%	0.570%	0.568%
2.65	0.507%	0.505%	0.503%	0.502%	0.500%	0.499%	0.497%
2.70	0.443%	0.441%	0.440%	0.439%	0.437%	0.436%	0.434%
2.75	0.387%	0.385%	0.384%	0.383%	0.381%	0.380%	0.379%
2.80	0.337%	0.336%	0.335%	0.334%	0.332%	0.331%	0.330%
2.85	0.294%	0.293%	0.291%	0.290%	0.289%	0.288%	0.287%
2.90	0.255%	0.254%	0.253%	0.252%	0.251%	0.250%	0.249%
2.95	0.222%	0.221%	0.220%	0.219%	0.218%	0.217%	0.216%
3.00	0.192%	0.191%	0.190%	0.189%	0.188%	0.188%	0.187%
3.05	0.166%	0.165%	0.165%	0.164%	0.163%	0.162%	0.162%
3.10	0.144%	0.143%	0.142%	0.141%	0.141%	0.140%	0.139%
3.15	0.124%	0.123%	0.123%	0.122%	0.121%	0.121%	0.120%
3.20	0.107%	0.106%	0.106%	0.105%	0.104%	0.104%	0.103%
3.25	0.092%	0.091%	0.091%	0.090%	0.090%	0.089%	0.089%
3.30	0.079%	0.079%	0.078%	0.078%	0.077%	0.077%	0.076%
3.35	0.068%	0.067%	0.067%	0.067%	0.066%	0.066%	0.065%
3.40	0.058%	0.058%	0.057%	0.057%	0.057%	0.056%	0.056%
3.45	0.050%	0.049%	0.049%	0.049%	0.048%	0.048%	0.048%
3.50	0.043%	0.042%	0.042%	0.042%	0.041%	0.041%	0.041%
3.55	0.036%	0.036%	0.036%	0.035%	0.035%	0.035%	0.035%
3.60	0.031%	0.031%	0.031%	0.030%	0.030%	0.030%	0.030%
3.65	0.026%	0.026%	0.026%	0.026%	0.026%	0.025%	0.025%
3.70	0.023%	0.022%	0.022%	0.022%	0.022%	0.021%	0.021%
3.75 o más	0.019%	0.019%	0.019%	0.019%	0.018%	0.018%	0.018%

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o ICij a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o ICij inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o ICij son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-2

Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n _j) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Factor de Calidad (FC _j)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N _{ij}									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	20,000%	18,618%	17,450%	16,438%	15,545%	14,747%	14,025%	13,365%	12,759%	12,197%
99,5%		20,500%	19,118%	17,950%	16,938%	16,045%	15,247%	14,525%	13,865%	13,259%	12,697%
99,0%		21,000%	19,618%	18,450%	17,438%	16,545%	15,747%	15,025%	14,365%	13,759%	13,197%
98,5%		21,500%	20,118%	18,950%	17,938%	17,045%	16,247%	15,525%	14,865%	14,259%	13,697%
98,0%		22,000%	20,618%	19,450%	18,438%	17,545%	16,747%	16,025%	15,365%	14,759%	14,197%
97,5%		22,500%	21,118%	19,950%	18,938%	18,045%	17,247%	16,525%	15,865%	15,259%	14,697%
97,0%		23,000%	21,618%	20,450%	19,438%	18,545%	17,747%	17,025%	16,365%	15,759%	15,197%
96,5%		23,500%	22,118%	20,950%	19,938%	19,045%	18,247%	17,525%	16,865%	16,259%	15,697%
96,0%		24,000%	22,618%	21,450%	20,438%	19,545%	18,747%	18,025%	17,365%	16,759%	16,197%
95,5%		24,500%	23,118%	21,950%	20,938%	20,045%	19,247%	18,525%	17,865%	17,259%	16,697%
95,0%		100,0%	25,000%	23,618%	22,450%	21,438%	20,545%	19,747%	19,025%	18,365%	17,759%
94,5%	99,5%	25,500%	24,118%	22,950%	21,938%	21,045%	20,247%	19,525%	18,865%	18,259%	17,697%
94,0%	99,0%	26,000%	24,618%	23,450%	22,438%	21,545%	20,747%	20,025%	19,365%	18,759%	18,197%
93,5%	98,5%	26,500%	25,118%	23,950%	22,938%	22,045%	21,247%	20,525%	19,865%	19,259%	18,697%
93,0%	98,0%	27,000%	25,618%	24,450%	23,438%	22,545%	21,747%	21,025%	20,365%	19,759%	19,197%
92,5%	97,5%	27,500%	26,118%	24,950%	23,938%	23,045%	22,247%	21,525%	20,865%	20,259%	19,697%
92,0%	97,0%	28,000%	26,618%	25,450%	24,438%	23,545%	22,747%	22,025%	21,365%	20,759%	20,197%
91,5%	96,5%	28,500%	27,118%	25,950%	24,938%	24,045%	23,247%	22,525%	21,865%	21,259%	20,697%
91,0%	96,0%	29,000%	27,618%	26,450%	25,438%	24,545%	23,747%	23,025%	22,365%	21,759%	21,197%
90,5%	95,5%	29,500%	28,118%	26,950%	25,938%	25,045%	24,247%	23,525%	22,865%	22,259%	21,697%
90,0%	95,0%	30,000%	28,618%	27,450%	26,438%	25,545%	24,747%	24,025%	23,365%	22,759%	22,197%
89,5%	94,5%	30,500%	29,118%	27,950%	26,938%	26,045%	25,247%	24,525%	23,865%	23,259%	22,697%
89,0%	94,0%	31,000%	29,618%	28,450%	27,438%	26,545%	25,747%	25,025%	24,365%	23,759%	23,197%
88,5%	93,5%	31,500%	30,118%	28,950%	27,938%	27,045%	26,247%	25,525%	24,865%	24,259%	23,697%
88,0%	93,0%	32,000%	30,618%	29,450%	28,438%	27,545%	26,747%	26,025%	25,365%	24,759%	24,197%
87,5%	92,5%	32,500%	31,118%	29,950%	28,938%	28,045%	27,247%	26,525%	25,865%	25,259%	24,697%
87,0%	92,0%	33,000%	31,618%	30,450%	29,438%	28,545%	27,747%	27,025%	26,365%	25,759%	25,197%
86,5%	91,5%	33,500%	32,118%	30,950%	29,938%	29,045%	28,247%	27,525%	26,865%	26,259%	25,697%
86,0%	91,0%	34,000%	32,618%	31,450%	30,438%	29,545%	28,747%	28,025%	27,365%	26,759%	26,197%
85,5%	90,5%	34,500%	33,118%	31,950%	30,938%	30,045%	29,247%	28,525%	27,865%	27,259%	26,697%
85,0%	90,0%	35,000%	33,618%	32,450%	31,438%	30,545%	29,747%	29,025%	28,365%	27,759%	27,197%
84,5%	89,5%	35,500%	34,118%	32,950%	31,938%	31,045%	30,247%	29,525%	28,865%	28,259%	27,697%
84,0%	89,0%	36,000%	34,618%	33,450%	32,438%	31,545%	30,747%	30,025%	29,365%	28,759%	28,197%
83,5%	88,5%	36,500%	35,118%	33,950%	32,938%	32,045%	31,247%	30,525%	29,865%	29,259%	28,697%
83,0%	88,0%	37,000%	35,618%	34,450%	33,438%	32,545%	31,747%	31,025%	30,365%	29,759%	29,197%
82,5%	87,5%	37,500%	36,118%	34,950%	33,938%	33,045%	32,247%	31,525%	30,865%	30,259%	29,697%
82,0%	87,0%	38,000%	36,618%	35,450%	34,438%	33,545%	32,747%	32,025%	31,365%	30,759%	30,197%
81,5%	86,5%	38,500%	37,118%	35,950%	34,938%	34,045%	33,247%	32,525%	31,865%	31,259%	30,697%
81,0%	86,0%	39,000%	37,618%	36,450%	35,438%	34,545%	33,747%	33,025%	32,365%	31,759%	31,197%
80,5%	85,5%	39,500%	38,118%	36,950%	35,938%	35,045%	34,247%	33,525%	32,865%	32,259%	31,697%
80,0%	85,0%	40,000%	38,618%	37,450%	36,438%	35,545%	34,747%	34,025%	33,365%	32,759%	32,197%
79,5%	84,5%	40,500%	39,118%	37,950%	36,938%	36,045%	35,247%	34,525%	33,865%	33,259%	32,697%
79,0%	84,0%	41,000%	39,618%	38,450%	37,438%	36,545%	35,747%	35,025%	34,365%	33,759%	33,197%
78,5%	83,5%	41,500%	40,118%	38,950%	37,938%	37,045%	36,247%	35,525%	34,865%	34,259%	33,697%
78,0%	83,0%	42,000%	40,618%	39,450%	38,438%	37,545%	36,747%	36,025%	35,365%	34,759%	34,197%
77,5%	82,5%	42,500%	41,118%	39,950%	38,938%	38,045%	37,247%	36,525%	35,865%	35,259%	34,697%
77,0%	82,0%	43,000%	41,618%	40,450%	39,438%	38,545%	37,747%	37,025%	36,365%	35,759%	35,197%
76,5%	81,5%	43,500%	42,118%	40,950%	39,938%	39,045%	38,247%	37,525%	36,865%	36,259%	35,697%
76,0%	81,0%	44,000%	42,618%	41,450%	40,438%	39,545%	38,747%	38,025%	37,365%	36,759%	36,197%
75,5%	80,5%	44,500%	43,118%	41,950%	40,938%	40,045%	39,247%	38,525%	37,865%	37,259%	36,697%
75,0%	80,0%	45,000%	43,618%	42,450%	41,438%	40,545%	39,747%	39,025%	38,365%	37,759%	37,197%
79,5%	79,5%	45,500%	44,118%	42,950%	41,938%	41,045%	40,247%	39,525%	38,865%	38,259%	37,697%
79,0%	79,0%	46,000%	44,618%	43,450%	42,438%	41,545%	40,747%	40,025%	39,365%	38,759%	38,197%
78,5%	78,5%	46,500%	45,118%	43,950%	42,938%	42,045%	41,247%	40,525%	39,865%	39,259%	38,697%
78,0%	78,0%	47,000%	45,618%	44,450%	43,438%	42,545%	41,747%	41,025%	40,365%	39,759%	39,197%
77,5%	77,5%	47,500%	46,118%	44,950%	43,938%	43,045%	42,247%	41,525%	40,865%	40,259%	39,697%
77,0%	77,0%	48,000%	46,618%	45,450%	44,438%	43,545%	42,747%	42,025%	41,365%	40,759%	40,197%
76,5%	76,5%	48,500%	47,118%	45,950%	44,938%	44,045%	43,247%	42,525%	41,865%	41,259%	40,697%
76,0%	76,0%	49,000%	47,618%	46,450%	45,438%	44,545%	43,747%	43,025%	42,365%	41,759%	41,197%
75,5%	75,5%	49,500%	48,118%	46,950%	45,938%	45,045%	44,247%	43,525%	42,865%	42,259%	41,697%
75,0%	75,0%	50,000%	48,618%	47,450%	46,438%	45,545%	44,747%	44,025%	43,365%	42,759%	42,197%
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC_j), usando esta Tabla, cuando el valor N_{ij} determinado sobre la columna de n_j no corresponda exactamente a un valor N_{ij} de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n_j correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n _i) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Factor de Calidad (FC _i)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N _{ij}									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	11,674%	11,185%	10,726%	10,292%	9,883%	9,494%	9,124%	8,772%	8,435%	8,112%
99,5%		12,174%	11,685%	11,226%	10,792%	10,383%	9,994%	9,624%	9,272%	8,935%	8,612%
99,0%		12,674%	12,185%	11,726%	11,292%	10,883%	10,494%	10,124%	9,772%	9,435%	9,112%
98,5%		13,174%	12,685%	12,226%	11,792%	11,383%	10,994%	10,624%	10,272%	9,935%	9,612%
98,0%		13,674%	13,185%	12,726%	12,292%	11,883%	11,494%	11,124%	10,772%	10,435%	10,112%
97,5%		14,174%	13,685%	13,226%	12,792%	12,383%	11,994%	11,624%	11,272%	10,935%	10,612%
97,0%		14,674%	14,185%	13,726%	13,292%	12,883%	12,494%	12,124%	11,772%	11,435%	11,112%
96,5%		15,174%	14,685%	14,226%	13,792%	13,383%	12,994%	12,624%	12,272%	11,935%	11,612%
96,0%		15,674%	15,185%	14,726%	14,292%	13,883%	13,494%	13,124%	12,772%	12,435%	12,112%
95,5%		16,174%	15,685%	15,226%	14,792%	14,383%	13,994%	13,624%	13,272%	12,935%	12,612%
95,0%	100,0%	16,674%	16,185%	15,726%	15,292%	14,883%	14,494%	14,124%	13,772%	13,435%	13,112%
94,5%	99,5%	17,174%	16,685%	16,226%	15,792%	15,383%	14,994%	14,624%	14,272%	13,935%	13,612%
94,0%	99,0%	17,674%	17,185%	16,726%	16,292%	15,883%	15,494%	15,124%	14,772%	14,435%	14,112%
93,5%	98,5%	18,174%	17,685%	17,226%	16,792%	16,383%	15,994%	15,624%	15,272%	14,935%	14,612%
93,0%	98,0%	18,674%	18,185%	17,726%	17,292%	16,883%	16,494%	16,124%	15,772%	15,435%	15,112%
92,5%	97,5%	19,174%	18,685%	18,226%	17,792%	17,383%	16,994%	16,624%	16,272%	15,935%	15,612%
92,0%	97,0%	19,674%	19,185%	18,726%	18,292%	17,883%	17,494%	17,124%	16,772%	16,435%	16,112%
91,5%	96,5%	20,174%	19,685%	19,226%	18,792%	18,383%	17,994%	17,624%	17,272%	16,935%	16,612%
91,0%	96,0%	20,674%	20,185%	19,726%	19,292%	18,883%	18,494%	18,124%	17,772%	17,435%	17,112%
90,5%	95,5%	21,174%	20,685%	20,226%	19,792%	19,383%	18,994%	18,624%	18,272%	17,935%	17,612%
90,0%	95,0%	21,674%	21,185%	20,726%	20,292%	19,883%	19,494%	19,124%	18,772%	18,435%	18,112%
89,5%	94,5%	22,174%	21,685%	21,226%	20,792%	20,383%	19,994%	19,624%	19,272%	18,935%	18,612%
89,0%	94,0%	22,674%	22,185%	21,726%	21,292%	20,883%	20,494%	20,124%	19,772%	19,435%	19,112%
88,5%	93,5%	23,174%	22,685%	22,226%	21,792%	21,383%	20,994%	20,624%	20,272%	19,935%	19,612%
88,0%	93,0%	23,674%	23,185%	22,726%	22,292%	21,883%	21,494%	21,124%	20,772%	20,435%	20,112%
87,5%	92,5%	24,174%	23,685%	23,226%	22,792%	22,383%	21,994%	21,624%	21,272%	20,935%	20,612%
87,0%	92,0%	24,674%	24,185%	23,726%	23,292%	22,883%	22,494%	22,124%	21,772%	21,435%	21,112%
86,5%	91,5%	25,174%	24,685%	24,226%	23,792%	23,383%	22,994%	22,624%	22,272%	21,935%	21,612%
86,0%	91,0%	25,674%	25,185%	24,726%	24,292%	23,883%	23,494%	23,124%	22,772%	22,435%	22,112%
85,5%	90,5%	26,174%	25,685%	25,226%	24,792%	24,383%	23,994%	23,624%	23,272%	22,935%	22,612%
85,0%	90,0%	26,674%	26,185%	25,726%	25,292%	24,883%	24,494%	24,124%	23,772%	23,435%	23,112%
84,5%	89,5%	27,174%	26,685%	26,226%	25,792%	25,383%	24,994%	24,624%	24,272%	23,935%	23,612%
84,0%	89,0%	27,674%	27,185%	26,726%	26,292%	25,883%	25,494%	25,124%	24,772%	24,435%	24,112%
83,5%	88,5%	28,174%	27,685%	27,226%	26,792%	26,383%	25,994%	25,624%	25,272%	24,935%	24,612%
83,0%	88,0%	28,674%	28,185%	27,726%	27,292%	26,883%	26,494%	26,124%	25,772%	25,435%	25,112%
82,5%	87,5%	29,174%	28,685%	28,226%	27,792%	27,383%	26,994%	26,624%	26,272%	25,935%	25,612%
82,0%	87,0%	29,674%	29,185%	28,726%	28,292%	27,883%	27,494%	27,124%	26,772%	26,435%	26,112%
81,5%	86,5%	30,174%	29,685%	29,226%	28,792%	28,383%	27,994%	27,624%	27,272%	26,935%	26,612%
81,0%	86,0%	30,674%	30,185%	29,726%	29,292%	28,883%	28,494%	28,124%	27,772%	27,435%	27,112%
80,5%	85,5%	31,174%	30,685%	30,226%	29,792%	29,383%	28,994%	28,624%	28,272%	27,935%	27,612%
80,0%	85,0%	31,674%	31,185%	30,726%	30,292%	29,883%	29,494%	29,124%	28,772%	28,435%	28,112%
79,5%	84,5%	32,174%	31,685%	31,226%	30,792%	30,383%	29,994%	29,624%	29,272%	28,935%	28,612%
79,0%	84,0%	32,674%	32,185%	31,726%	31,292%	30,883%	30,494%	30,124%	29,772%	29,435%	29,112%
78,5%	83,5%	33,174%	32,685%	32,226%	31,792%	31,383%	30,994%	30,624%	30,272%	29,935%	29,612%
78,0%	83,0%	33,674%	33,185%	32,726%	32,292%	31,883%	31,494%	31,124%	30,772%	30,435%	30,112%
77,5%	82,5%	34,174%	33,685%	33,226%	32,792%	32,383%	31,994%	31,624%	31,272%	30,935%	30,612%
77,0%	82,0%	34,674%	34,185%	33,726%	33,292%	32,883%	32,494%	32,124%	31,772%	31,435%	31,112%
76,5%	81,5%	35,174%	34,685%	34,226%	33,792%	33,383%	32,994%	32,624%	32,272%	31,935%	31,612%
76,0%	81,0%	35,674%	35,185%	34,726%	34,292%	33,883%	33,494%	33,124%	32,772%	32,435%	32,112%
75,5%	80,5%	36,174%	35,685%	35,226%	34,792%	34,383%	33,994%	33,624%	33,272%	32,935%	32,612%
75,0%	80,0%	36,674%	36,185%	35,726%	35,292%	34,883%	34,494%	34,124%	33,772%	33,435%	33,112%
74,5%	79,5%	37,174%	36,685%	36,226%	35,792%	35,383%	34,994%	34,624%	34,272%	33,935%	33,612%
74,0%	79,0%	37,674%	37,185%	36,726%	36,292%	35,883%	35,494%	35,124%	34,772%	34,435%	34,112%
73,5%	78,5%	38,174%	37,685%	37,226%	36,792%	36,383%	35,994%	35,624%	35,272%	34,935%	34,612%
73,0%	78,0%	38,674%	38,185%	37,726%	37,292%	36,883%	36,494%	36,124%	35,772%	35,435%	35,112%
72,5%	77,5%	39,174%	38,685%	38,226%	37,792%	37,383%	36,994%	36,624%	36,272%	35,935%	35,612%
72,0%	77,0%	39,674%	39,185%	38,726%	38,292%	37,883%	37,494%	37,124%	36,772%	36,435%	36,112%
71,5%	76,5%	40,174%	39,685%	39,226%	38,792%	38,383%	37,994%	37,624%	37,272%	36,935%	36,612%
71,0%	76,0%	40,674%	40,185%	39,726%	39,292%	38,883%	38,494%	38,124%	37,772%	37,435%	37,112%
70,5%	75,5%	41,174%	40,685%	40,226%	39,792%	39,383%	38,994%	38,624%	38,272%	37,935%	37,612%
70,0%	75,0%	41,674%	41,185%	40,726%	40,292%	39,883%	39,494%	39,124%	38,772%	38,435%	38,112%
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC_i), usando esta Tabla, cuando el valor N_{ij} determinado sobre la columna de n_j no corresponda exactamente a un valor N_{ij} de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n_j correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n _i) en el parámetro de especificación analizado (i)									
I	II	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N _{ij}									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	7,803%	7,506%	7,220%	6,944%	6,678%	6,421%	6,173%	5,932%	5,699%	5,473%
99,5%		8,303%	8,006%	7,720%	7,444%	7,178%	6,921%	6,673%	6,432%	6,199%	5,973%
99,0%		8,803%	8,506%	8,220%	7,944%	7,678%	7,421%	7,173%	6,932%	6,699%	6,473%
98,5%		9,303%	9,006%	8,720%	8,444%	8,178%	7,921%	7,673%	7,432%	7,199%	6,973%
98,0%		9,803%	9,506%	9,220%	8,944%	8,678%	8,421%	8,173%	7,932%	7,699%	7,473%
97,5%		10,303%	10,006%	9,720%	9,444%	9,178%	8,921%	8,673%	8,432%	8,199%	7,973%
97,0%		10,803%	10,506%	10,220%	9,944%	9,678%	9,421%	9,173%	8,932%	8,699%	8,473%
96,5%		11,303%	11,006%	10,720%	10,444%	10,178%	9,921%	9,673%	9,432%	9,199%	8,973%
96,0%		11,803%	11,506%	11,220%	10,944%	10,678%	10,421%	10,173%	9,932%	9,699%	9,473%
95,5%		12,303%	12,006%	11,720%	11,444%	11,178%	10,921%	10,673%	10,432%	10,199%	9,973%
95,0%		12,803%	12,506%	12,220%	11,944%	11,678%	11,421%	11,173%	10,932%	10,699%	10,473%
94,5%	13,303%	13,006%	12,720%	12,444%	12,178%	11,921%	11,673%	11,432%	11,199%	10,973%	
94,0%	13,803%	13,506%	13,220%	12,944%	12,678%	12,421%	12,173%	11,932%	11,699%	11,473%	
93,5%	14,303%	14,006%	13,720%	13,444%	13,178%	12,921%	12,673%	12,432%	12,199%	11,973%	
93,0%	14,803%	14,506%	14,220%	13,944%	13,678%	13,421%	13,173%	12,932%	12,699%	12,473%	
92,5%	15,303%	15,006%	14,720%	14,444%	14,178%	13,921%	13,673%	13,432%	13,199%	12,973%	
92,0%	15,803%	15,506%	15,220%	14,944%	14,678%	14,421%	14,173%	13,932%	13,699%	13,473%	
91,5%	16,303%	16,006%	15,720%	15,444%	15,178%	14,921%	14,673%	14,432%	14,199%	13,973%	
91,0%	16,803%	16,506%	16,220%	15,944%	15,678%	15,421%	15,173%	14,932%	14,699%	14,473%	
90,5%	17,303%	17,006%	16,720%	16,444%	16,178%	15,921%	15,673%	15,432%	15,199%	14,973%	
90,0%	17,803%	17,506%	17,220%	16,944%	16,678%	16,421%	16,173%	15,932%	15,699%	15,473%	
89,5%	18,303%	18,006%	17,720%	17,444%	17,178%	16,921%	16,673%	16,432%	16,199%	15,973%	
89,0%	18,803%	18,506%	18,220%	17,944%	17,678%	17,421%	17,173%	16,932%	16,699%	16,473%	
88,5%	19,303%	19,006%	18,720%	18,444%	18,178%	17,921%	17,673%	17,432%	17,199%	16,973%	
88,0%	19,803%	19,506%	19,220%	18,944%	18,678%	18,421%	18,173%	17,932%	17,699%	17,473%	
87,5%	20,303%	20,006%	19,720%	19,444%	19,178%	18,921%	18,673%	18,432%	18,199%	17,973%	
87,0%	20,803%	20,506%	20,220%	19,944%	19,678%	19,421%	19,173%	18,932%	18,699%	18,473%	
86,5%	21,303%	21,006%	20,720%	20,444%	20,178%	19,921%	19,673%	19,432%	19,199%	18,973%	
86,0%	21,803%	21,506%	21,220%	20,944%	20,678%	20,421%	20,173%	19,932%	19,699%	19,473%	
85,5%	22,303%	22,006%	21,720%	21,444%	21,178%	20,921%	20,673%	20,432%	20,199%	19,973%	
85,0%	22,803%	22,506%	22,220%	21,944%	21,678%	21,421%	21,173%	20,932%	20,699%	20,473%	
84,5%	23,303%	23,006%	22,720%	22,444%	22,178%	21,921%	21,673%	21,432%	21,199%	20,973%	
84,0%	23,803%	23,506%	23,220%	22,944%	22,678%	22,421%	22,173%	21,932%	21,699%	21,473%	
83,5%	24,303%	24,006%	23,720%	23,444%	23,178%	22,921%	22,673%	22,432%	22,199%	21,973%	
83,0%	24,803%	24,506%	24,220%	23,944%	23,678%	23,421%	23,173%	22,932%	22,699%	22,473%	
82,5%	25,303%	25,006%	24,720%	24,444%	24,178%	23,921%	23,673%	23,432%	23,199%	22,973%	
82,0%	25,803%	25,506%	25,220%	24,944%	24,678%	24,421%	24,173%	23,932%	23,699%	23,473%	
81,5%	26,303%	26,006%	25,720%	25,444%	25,178%	24,921%	24,673%	24,432%	24,199%	23,973%	
81,0%	26,803%	26,506%	26,220%	25,944%	25,678%	25,421%	25,173%	24,932%	24,699%	24,473%	
80,5%	27,303%	27,006%	26,720%	26,444%	26,178%	25,921%	25,673%	25,432%	25,199%	24,973%	
80,0%	27,803%	27,506%	27,220%	26,944%	26,678%	26,421%	26,173%	25,932%	25,699%	25,473%	
79,5%	28,303%	28,006%	27,720%	27,444%	27,178%	26,921%	26,673%	26,432%	26,199%	25,973%	
79,0%	28,803%	28,506%	28,220%	27,944%	27,678%	27,421%	27,173%	26,932%	26,699%	26,473%	
78,5%	29,303%	29,006%	28,720%	28,444%	28,178%	27,921%	27,673%	27,432%	27,199%	26,973%	
78,0%	29,803%	29,506%	29,220%	28,944%	28,678%	28,421%	28,173%	27,932%	27,699%	27,473%	
77,5%	30,303%	30,006%	29,720%	29,444%	29,178%	28,921%	28,673%	28,432%	28,199%	27,973%	
77,0%	30,803%	30,506%	30,220%	29,944%	29,678%	29,421%	29,173%	28,932%	28,699%	28,473%	
76,5%	31,303%	31,006%	30,720%	30,444%	30,178%	29,921%	29,673%	29,432%	29,199%	28,973%	
76,0%	31,803%	31,506%	31,220%	30,944%	30,678%	30,421%	30,173%	29,932%	29,699%	29,473%	
75,5%	32,303%	32,006%	31,720%	31,444%	31,178%	30,921%	30,673%	30,432%	30,199%	29,973%	
75,0%	32,803%	32,506%	32,220%	31,944%	31,678%	31,421%	31,173%	30,932%	30,699%	30,473%	
79,5%	33,303%	33,006%	32,720%	32,444%	32,178%	31,921%	31,673%	31,432%	31,199%	30,973%	
79,0%	33,803%	33,506%	33,220%	32,944%	32,678%	32,421%	32,173%	31,932%	31,699%	31,473%	
78,5%	34,303%	34,006%	33,720%	33,444%	33,178%	32,921%	32,673%	32,432%	32,199%	31,973%	
78,0%	34,803%	34,506%	34,220%	33,944%	33,678%	33,421%	33,173%	32,932%	32,699%	32,473%	
77,5%	35,303%	35,006%	34,720%	34,444%	34,178%	33,921%	33,673%	33,432%	33,199%	32,973%	
77,0%	35,803%	35,506%	35,220%	34,944%	34,678%	34,421%	34,173%	33,932%	33,699%	33,473%	
76,5%	36,303%	36,006%	35,720%	35,444%	35,178%	34,921%	34,673%	34,432%	34,199%	33,973%	
76,0%	36,803%	36,506%	36,220%	35,944%	35,678%	35,421%	35,173%	34,932%	34,699%	34,473%	
75,5%	37,303%	37,006%	36,720%	36,444%	36,178%	35,921%	35,673%	35,432%	35,199%	34,973%	
75,0%	37,803%	37,506%	37,220%	36,944%	36,678%	36,421%	36,173%	35,932%	35,699%	35,473%	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor N_{ij} determinado sobre la columna de n_i no corresponda exactamente a un valor N_{ij} de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n_i correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : Nij									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	5,253%	5,039%	4,832%	4,630%	4,433%	4,241%	4,054%	3,871%	3,693%	3,519%
99,5%		5,753%	5,539%	5,322%	5,130%	4,933%	4,741%	4,554%	4,371%	4,193%	4,019%
99,0%		6,253%	6,039%	5,832%	5,630%	5,433%	5,241%	5,054%	4,871%	4,693%	4,519%
98,5%		6,753%	6,539%	6,332%	6,130%	5,933%	5,741%	5,554%	5,371%	5,193%	5,019%
98,0%		7,253%	7,039%	6,832%	6,630%	6,433%	6,241%	6,054%	5,871%	5,693%	5,519%
97,5%		7,753%	7,539%	7,332%	7,130%	6,933%	6,741%	6,554%	6,371%	6,193%	6,019%
97,0%		8,253%	8,039%	7,832%	7,630%	7,433%	7,241%	7,054%	6,871%	6,693%	6,519%
96,5%		8,753%	8,539%	8,332%	8,130%	7,933%	7,741%	7,554%	7,371%	7,193%	7,019%
96,0%		9,253%	9,039%	8,832%	8,630%	8,433%	8,241%	8,054%	7,871%	7,693%	7,519%
95,5%		9,753%	9,539%	9,332%	9,130%	8,933%	8,741%	8,554%	8,371%	8,193%	8,019%
95,0%		100,0%	10,253%	10,039%	9,832%	9,630%	9,433%	9,241%	9,054%	8,871%	8,693%
94,5%	99,5%	10,753%	10,539%	10,332%	10,130%	9,933%	9,741%	9,554%	9,371%	9,193%	9,019%
94,0%	99,0%	11,253%	11,039%	10,832%	10,630%	10,433%	10,241%	10,054%	9,871%	9,693%	9,519%
93,5%	98,5%	11,753%	11,539%	11,332%	11,130%	10,933%	10,741%	10,554%	10,371%	10,193%	10,019%
93,0%	98,0%	12,253%	12,039%	11,832%	11,630%	11,433%	11,241%	11,054%	10,871%	10,693%	10,519%
92,5%	97,5%	12,753%	12,539%	12,332%	12,130%	11,933%	11,741%	11,554%	11,371%	11,193%	11,019%
92,0%	97,0%	13,253%	13,039%	12,832%	12,630%	12,433%	12,241%	12,054%	11,871%	11,693%	11,519%
91,5%	96,5%	13,753%	13,539%	13,332%	13,130%	12,933%	12,741%	12,554%	12,371%	12,193%	12,019%
91,0%	96,0%	14,253%	14,039%	13,832%	13,630%	13,433%	13,241%	13,054%	12,871%	12,693%	12,519%
90,5%	95,5%	14,753%	14,539%	14,332%	14,130%	13,933%	13,741%	13,554%	13,371%	13,193%	13,019%
90,0%	95,0%	15,253%	15,039%	14,832%	14,630%	14,433%	14,241%	14,054%	13,871%	13,693%	13,519%
89,5%	94,5%	15,753%	15,539%	15,332%	15,130%	14,933%	14,741%	14,554%	14,371%	14,193%	14,019%
89,0%	94,0%	16,253%	16,039%	15,832%	15,630%	15,433%	15,241%	15,054%	14,871%	14,693%	14,519%
88,5%	93,5%	16,753%	16,539%	16,332%	16,130%	15,933%	15,741%	15,554%	15,371%	15,193%	15,019%
88,0%	93,0%	17,253%	17,039%	16,832%	16,630%	16,433%	16,241%	16,054%	15,871%	15,693%	15,519%
87,5%	92,5%	17,753%	17,539%	17,332%	17,130%	16,933%	16,741%	16,554%	16,371%	16,193%	16,019%
87,0%	92,0%	18,253%	18,039%	17,832%	17,630%	17,433%	17,241%	17,054%	16,871%	16,693%	16,519%
86,5%	91,5%	18,753%	18,539%	18,332%	18,130%	17,933%	17,741%	17,554%	17,371%	17,193%	17,019%
86,0%	91,0%	19,253%	19,039%	18,832%	18,630%	18,433%	18,241%	18,054%	17,871%	17,693%	17,519%
85,5%	90,5%	19,753%	19,539%	19,332%	19,130%	18,933%	18,741%	18,554%	18,371%	18,193%	18,019%
85,0%	90,0%	20,253%	20,039%	19,832%	19,630%	19,433%	19,241%	19,054%	18,871%	18,693%	18,519%
84,5%	89,5%	20,753%	20,539%	20,332%	20,130%	19,933%	19,741%	19,554%	19,371%	19,193%	19,019%
84,0%	89,0%	21,253%	21,039%	20,832%	20,630%	20,433%	20,241%	20,054%	19,871%	19,693%	19,519%
83,5%	88,5%	21,753%	21,539%	21,332%	21,130%	20,933%	20,741%	20,554%	20,371%	20,193%	20,019%
83,0%	88,0%	22,253%	22,039%	21,832%	21,630%	21,433%	21,241%	21,054%	20,871%	20,693%	20,519%
82,5%	87,5%	22,753%	22,539%	22,332%	22,130%	21,933%	21,741%	21,554%	21,371%	21,193%	21,019%
82,0%	87,0%	23,253%	23,039%	22,832%	22,630%	22,433%	22,241%	22,054%	21,871%	21,693%	21,519%
81,5%	86,5%	23,753%	23,539%	23,332%	23,130%	22,933%	22,741%	22,554%	22,371%	22,193%	22,019%
81,0%	86,0%	24,253%	24,039%	23,832%	23,630%	23,433%	23,241%	23,054%	22,871%	22,693%	22,519%
80,5%	85,5%	24,753%	24,539%	24,332%	24,130%	23,933%	23,741%	23,554%	23,371%	23,193%	23,019%
80,0%	85,0%	25,253%	25,039%	24,832%	24,630%	24,433%	24,241%	24,054%	23,871%	23,693%	23,519%
79,5%	84,5%	25,753%	25,539%	25,332%	25,130%	24,933%	24,741%	24,554%	24,371%	24,193%	24,019%
79,0%	84,0%	26,253%	26,039%	25,832%	25,630%	25,433%	25,241%	25,054%	24,871%	24,693%	24,519%
78,5%	83,5%	26,753%	26,539%	26,332%	26,130%	25,933%	25,741%	25,554%	25,371%	25,193%	25,019%
78,0%	83,0%	27,253%	27,039%	26,832%	26,630%	26,433%	26,241%	26,054%	25,871%	25,693%	25,519%
77,5%	82,5%	27,753%	27,539%	27,332%	27,130%	26,933%	26,741%	26,554%	26,371%	26,193%	26,019%
77,0%	82,0%	28,253%	28,039%	27,832%	27,630%	27,433%	27,241%	27,054%	26,871%	26,693%	26,519%
76,5%	81,5%	28,753%	28,539%	28,332%	28,130%	27,933%	27,741%	27,554%	27,371%	27,193%	27,019%
76,0%	81,0%	29,253%	29,039%	28,832%	28,630%	28,433%	28,241%	28,054%	27,871%	27,693%	27,519%
75,5%	80,5%	29,753%	29,539%	29,332%	29,130%	28,933%	28,741%	28,554%	28,371%	28,193%	28,019%
75,0%	80,0%	30,253%	30,039%	29,832%	29,630%	29,433%	29,241%	29,054%	28,871%	28,693%	28,519%
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	30,753%	30,539%	30,332%	30,130%	29,933%	29,741%	29,554%	29,371%	29,193%	29,019%
	79,0%	31,253%	31,039%	30,832%	30,630%	30,433%	30,241%	30,054%	29,871%	29,693%	29,519%
	78,5%	31,753%	31,539%	31,332%	31,130%	30,933%	30,741%	30,554%	30,371%	30,193%	30,019%
	78,0%	32,253%	32,039%	31,832%	31,630%	31,433%	31,241%	31,054%	30,871%	30,693%	30,519%
	77,5%	32,753%	32,539%	32,332%	32,130%	31,933%	31,741%	31,554%	31,371%	31,193%	31,019%
	77,0%	33,253%	33,039%	32,832%	32,630%	32,433%	32,241%	32,054%	31,871%	31,693%	31,519%
	76,5%	33,753%	33,539%	33,332%	33,130%	32,933%	32,741%	32,554%	32,371%	32,193%	32,019%
76,0%	34,253%	34,039%	33,832%	33,630%	33,433%	33,241%	33,054%	32,871%	32,693%	32,519%	
75,5%	34,753%	34,539%	34,332%	34,130%	33,933%	33,741%	33,554%	33,371%	33,193%	33,019%	
75,0%	35,253%	35,039%	34,832%	34,630%	34,433%	34,241%	34,054%	33,871%	33,693%	33,519%	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n _j) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N _{ij}									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	3,348%	3,182%	3,019%	2,859%	2,703%	2,550%	2,400%	2,253%	2,108%	1,967%
99,5%		3,848%	3,682%	3,519%	3,359%	3,203%	3,050%	2,900%	2,753%	2,608%	2,467%
99,0%		4,348%	4,182%	4,019%	3,859%	3,703%	3,550%	3,400%	3,253%	3,108%	2,967%
98,5%		4,848%	4,682%	4,519%	4,359%	4,203%	4,050%	3,900%	3,753%	3,608%	3,467%
98,0%		5,348%	5,182%	5,019%	4,859%	4,703%	4,550%	4,400%	4,253%	4,108%	3,967%
97,5%		5,848%	5,682%	5,519%	5,359%	5,203%	5,050%	4,900%	4,753%	4,608%	4,467%
97,0%		6,348%	6,182%	6,019%	5,859%	5,703%	5,550%	5,400%	5,253%	5,108%	4,967%
96,5%		6,848%	6,682%	6,519%	6,359%	6,203%	6,050%	5,900%	5,753%	5,608%	5,467%
96,0%		7,348%	7,182%	7,019%	6,859%	6,703%	6,550%	6,400%	6,253%	6,108%	5,967%
95,5%		7,848%	7,682%	7,519%	7,359%	7,203%	7,050%	6,900%	6,753%	6,608%	6,467%
95,0%		100,0%	8,348%	8,182%	8,019%	7,859%	7,703%	7,550%	7,400%	7,253%	7,108%
94,5%	99,5%	8,848%	8,682%	8,519%	8,359%	8,203%	8,050%	7,900%	7,753%	7,608%	7,467%
94,0%	99,0%	9,348%	9,182%	9,019%	8,859%	8,703%	8,550%	8,400%	8,253%	8,108%	7,967%
93,5%	98,5%	9,848%	9,682%	9,519%	9,359%	9,203%	9,050%	8,900%	8,753%	8,608%	8,467%
93,0%	98,0%	10,348%	10,182%	10,019%	9,859%	9,703%	9,550%	9,400%	9,253%	9,108%	8,967%
92,5%	97,5%	10,848%	10,682%	10,519%	10,359%	10,203%	10,050%	9,900%	9,753%	9,608%	9,467%
92,0%	97,0%	11,348%	11,182%	11,019%	10,859%	10,703%	10,550%	10,400%	10,253%	10,108%	9,967%
91,5%	96,5%	11,848%	11,682%	11,519%	11,359%	11,203%	11,050%	10,900%	10,753%	10,608%	10,467%
91,0%	96,0%	12,348%	12,182%	12,019%	11,859%	11,703%	11,550%	11,400%	11,253%	11,108%	10,967%
90,5%	95,5%	12,848%	12,682%	12,519%	12,359%	12,203%	12,050%	11,900%	11,753%	11,608%	11,467%
90,0%	95,0%	13,348%	13,182%	13,019%	12,859%	12,703%	12,550%	12,400%	12,253%	12,108%	11,967%
89,5%	94,5%	13,848%	13,682%	13,519%	13,359%	13,203%	13,050%	12,900%	12,753%	12,608%	12,467%
89,0%	94,0%	14,348%	14,182%	14,019%	13,859%	13,703%	13,550%	13,400%	13,253%	13,108%	12,967%
88,5%	93,5%	14,848%	14,682%	14,519%	14,359%	14,203%	14,050%	13,900%	13,753%	13,608%	13,467%
88,0%	93,0%	15,348%	15,182%	15,019%	14,859%	14,703%	14,550%	14,400%	14,253%	14,108%	13,967%
87,5%	92,5%	15,848%	15,682%	15,519%	15,359%	15,203%	15,050%	14,900%	14,753%	14,608%	14,467%
87,0%	92,0%	16,348%	16,182%	16,019%	15,859%	15,703%	15,550%	15,400%	15,253%	15,108%	14,967%
86,5%	91,5%	16,848%	16,682%	16,519%	16,359%	16,203%	16,050%	15,900%	15,753%	15,608%	15,467%
86,0%	91,0%	17,348%	17,182%	17,019%	16,859%	16,703%	16,550%	16,400%	16,253%	16,108%	15,967%
85,5%	90,5%	17,848%	17,682%	17,519%	17,359%	17,203%	17,050%	16,900%	16,753%	16,608%	16,467%
85,0%	90,0%	18,348%	18,182%	18,019%	17,859%	17,703%	17,550%	17,400%	17,253%	17,108%	16,967%
84,5%	89,5%	18,848%	18,682%	18,519%	18,359%	18,203%	18,050%	17,900%	17,753%	17,608%	17,467%
84,0%	89,0%	19,348%	19,182%	19,019%	18,859%	18,703%	18,550%	18,400%	18,253%	18,108%	17,967%
83,5%	88,5%	19,848%	19,682%	19,519%	19,359%	19,203%	19,050%	18,900%	18,753%	18,608%	18,467%
83,0%	88,0%	20,348%	20,182%	20,019%	19,859%	19,703%	19,550%	19,400%	19,253%	19,108%	18,967%
82,5%	87,5%	20,848%	20,682%	20,519%	20,359%	20,203%	20,050%	19,900%	19,753%	19,608%	19,467%
82,0%	87,0%	21,348%	21,182%	21,019%	20,859%	20,703%	20,550%	20,400%	20,253%	20,108%	19,967%
81,5%	86,5%	21,848%	21,682%	21,519%	21,359%	21,203%	21,050%	20,900%	20,753%	20,608%	20,467%
81,0%	86,0%	22,348%	22,182%	22,019%	21,859%	21,703%	21,550%	21,400%	21,253%	21,108%	20,967%
80,5%	85,5%	22,848%	22,682%	22,519%	22,359%	22,203%	22,050%	21,900%	21,753%	21,608%	21,467%
80,0%	85,0%	23,348%	23,182%	23,019%	22,859%	22,703%	22,550%	22,400%	22,253%	22,108%	21,967%
79,5%	84,5%	23,848%	23,682%	23,519%	23,359%	23,203%	23,050%	22,900%	22,753%	22,608%	22,467%
79,0%	84,0%	24,348%	24,182%	24,019%	23,859%	23,703%	23,550%	23,400%	23,253%	23,108%	22,967%
78,5%	83,5%	24,848%	24,682%	24,519%	24,359%	24,203%	24,050%	23,900%	23,753%	23,608%	23,467%
78,0%	83,0%	25,348%	25,182%	25,019%	24,859%	24,703%	24,550%	24,400%	24,253%	24,108%	23,967%
77,5%	82,5%	25,848%	25,682%	25,519%	25,359%	25,203%	25,050%	24,900%	24,753%	24,608%	24,467%
77,0%	82,0%	26,348%	26,182%	26,019%	25,859%	25,703%	25,550%	25,400%	25,253%	25,108%	24,967%
76,5%	81,5%	26,848%	26,682%	26,519%	26,359%	26,203%	26,050%	25,900%	25,753%	25,608%	25,467%
76,0%	81,0%	27,348%	27,182%	27,019%	26,859%	26,703%	26,550%	26,400%	26,253%	26,108%	25,967%
75,5%	80,5%	27,848%	27,682%	27,519%	27,359%	27,203%	27,050%	26,900%	26,753%	26,608%	26,467%
75,0%	80,0%	28,348%	28,182%	28,019%	27,859%	27,703%	27,550%	27,400%	27,253%	27,108%	26,967%
79,5%	79,5%	28,848%	28,682%	28,519%	28,359%	28,203%	28,050%	27,900%	27,753%	27,608%	27,467%
79,0%	79,0%	29,348%	29,182%	29,019%	28,859%	28,703%	28,550%	28,400%	28,253%	28,108%	27,967%
78,5%	78,5%	29,848%	29,682%	29,519%	29,359%	29,203%	29,050%	28,900%	28,753%	28,608%	28,467%
78,0%	78,0%	30,348%	30,182%	30,019%	29,859%	29,703%	29,550%	29,400%	29,253%	29,108%	28,967%
77,5%	77,5%	30,848%	30,682%	30,519%	30,359%	30,203%	30,050%	29,900%	29,753%	29,608%	29,467%
77,0%	77,0%	31,348%	31,182%	31,019%	30,859%	30,703%	30,550%	30,400%	30,253%	30,108%	29,967%
76,5%	76,5%	31,848%	31,682%	31,519%	31,359%	31,203%	31,050%	30,900%	30,753%	30,608%	30,467%
76,0%	76,0%	32,348%	32,182%	32,019%	31,859%	31,703%	31,550%	31,400%	31,253%	31,108%	30,967%
75,5%	75,5%	32,848%	32,682%	32,519%	32,359%	32,203%	32,050%	31,900%	31,753%	31,608%	31,467%
75,0%	75,0%	33,348%	33,182%	33,019%	32,859%	32,703%	32,550%	32,400%	32,253%	32,108%	31,967%
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor N_{ij} determinado sobre la columna de n_j no corresponda exactamente a un valor N_{ij} de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n_j correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n _i) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Factor de Calidad (FC _i)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N _{ij}									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	1,828%	1,691%	1,557%	1,425%	1,296%	1,168%	1,043%	0,920%	0,798%	0,679%
99,5%		2,328%	2,191%	2,057%	1,925%	1,796%	1,668%	1,543%	1,420%	1,298%	1,179%
99,0%		2,828%	2,691%	2,557%	2,425%	2,296%	2,168%	2,043%	1,920%	1,798%	1,679%
98,5%		3,328%	3,191%	3,057%	2,925%	2,796%	2,668%	2,543%	2,420%	2,298%	2,179%
98,0%		3,828%	3,691%	3,557%	3,425%	3,296%	3,168%	3,043%	2,920%	2,798%	2,679%
97,5%		4,328%	4,191%	4,057%	3,925%	3,796%	3,668%	3,543%	3,420%	3,298%	3,179%
97,0%		4,828%	4,691%	4,557%	4,425%	4,296%	4,168%	4,043%	3,920%	3,798%	3,679%
96,5%		5,328%	5,191%	5,057%	4,925%	4,796%	4,668%	4,543%	4,420%	4,298%	4,179%
96,0%		5,828%	5,691%	5,557%	5,425%	5,296%	5,168%	5,043%	4,920%	4,798%	4,679%
95,5%		6,328%	6,191%	6,057%	5,925%	5,796%	5,668%	5,543%	5,420%	5,298%	5,179%
95,0%	100,0%	6,828%	6,691%	6,557%	6,425%	6,296%	6,168%	6,043%	5,920%	5,798%	5,679%
94,5%	99,5%	7,328%	7,191%	7,057%	6,925%	6,796%	6,668%	6,543%	6,420%	6,298%	6,179%
94,0%	99,0%	7,828%	7,691%	7,557%	7,425%	7,296%	7,168%	7,043%	6,920%	6,798%	6,679%
93,5%	98,5%	8,328%	8,191%	8,057%	7,925%	7,796%	7,668%	7,543%	7,420%	7,298%	7,179%
93,0%	98,0%	8,828%	8,691%	8,557%	8,425%	8,296%	8,168%	8,043%	7,920%	7,798%	7,679%
92,5%	97,5%	9,328%	9,191%	9,057%	8,925%	8,796%	8,668%	8,543%	8,420%	8,298%	8,179%
92,0%	97,0%	9,828%	9,691%	9,557%	9,425%	9,296%	9,168%	9,043%	8,920%	8,798%	8,679%
91,5%	96,5%	10,328%	10,191%	10,057%	9,925%	9,796%	9,668%	9,543%	9,420%	9,298%	9,179%
91,0%	96,0%	10,828%	10,691%	10,557%	10,425%	10,296%	10,168%	10,043%	9,920%	9,798%	9,679%
90,5%	95,5%	11,328%	11,191%	11,057%	10,925%	10,796%	10,668%	10,543%	10,420%	10,298%	10,179%
90,0%	95,0%	11,828%	11,691%	11,557%	11,425%	11,296%	11,168%	11,043%	10,920%	10,798%	10,679%
89,5%	94,5%	12,328%	12,191%	12,057%	11,925%	11,796%	11,668%	11,543%	11,420%	11,298%	11,179%
89,0%	94,0%	12,828%	12,691%	12,557%	12,425%	12,296%	12,168%	12,043%	11,920%	11,798%	11,679%
88,5%	93,5%	13,328%	13,191%	13,057%	12,925%	12,796%	12,668%	12,543%	12,420%	12,298%	12,179%
88,0%	93,0%	13,828%	13,691%	13,557%	13,425%	13,296%	13,168%	13,043%	12,920%	12,798%	12,679%
87,5%	92,5%	14,328%	14,191%	14,057%	13,925%	13,796%	13,668%	13,543%	13,420%	13,298%	13,179%
87,0%	92,0%	14,828%	14,691%	14,557%	14,425%	14,296%	14,168%	14,043%	13,920%	13,798%	13,679%
86,5%	91,5%	15,328%	15,191%	15,057%	14,925%	14,796%	14,668%	14,543%	14,420%	14,298%	14,179%
86,0%	91,0%	15,828%	15,691%	15,557%	15,425%	15,296%	15,168%	15,043%	14,920%	14,798%	14,679%
85,5%	90,5%	16,328%	16,191%	16,057%	15,925%	15,796%	15,668%	15,543%	15,420%	15,298%	15,179%
85,0%	90,0%	16,828%	16,691%	16,557%	16,425%	16,296%	16,168%	16,043%	15,920%	15,798%	15,679%
84,5%	89,5%	17,328%	17,191%	17,057%	16,925%	16,796%	16,668%	16,543%	16,420%	16,298%	16,179%
84,0%	89,0%	17,828%	17,691%	17,557%	17,425%	17,296%	17,168%	17,043%	16,920%	16,798%	16,679%
83,5%	88,5%	18,328%	18,191%	18,057%	17,925%	17,796%	17,668%	17,543%	17,420%	17,298%	17,179%
83,0%	88,0%	18,828%	18,691%	18,557%	18,425%	18,296%	18,168%	18,043%	17,920%	17,798%	17,679%
82,5%	87,5%	19,328%	19,191%	19,057%	18,925%	18,796%	18,668%	18,543%	18,420%	18,298%	18,179%
82,0%	87,0%	19,828%	19,691%	19,557%	19,425%	19,296%	19,168%	19,043%	18,920%	18,798%	18,679%
81,5%	86,5%	20,328%	20,191%	20,057%	19,925%	19,796%	19,668%	19,543%	19,420%	19,298%	19,179%
81,0%	86,0%	20,828%	20,691%	20,557%	20,425%	20,296%	20,168%	20,043%	19,920%	19,798%	19,679%
80,5%	85,5%	21,328%	21,191%	21,057%	20,925%	20,796%	20,668%	20,543%	20,420%	20,298%	20,179%
80,0%	85,0%	21,828%	21,691%	21,557%	21,425%	21,296%	21,168%	21,043%	20,920%	20,798%	20,679%
79,5%	84,5%	22,328%	22,191%	22,057%	21,925%	21,796%	21,668%	21,543%	21,420%	21,298%	21,179%
79,0%	84,0%	22,828%	22,691%	22,557%	22,425%	22,296%	22,168%	22,043%	21,920%	21,798%	21,679%
78,5%	83,5%	23,328%	23,191%	23,057%	22,925%	22,796%	22,668%	22,543%	22,420%	22,298%	22,179%
78,0%	83,0%	23,828%	23,691%	23,557%	23,425%	23,296%	23,168%	23,043%	22,920%	22,798%	22,679%
77,5%	82,5%	24,328%	24,191%	24,057%	23,925%	23,796%	23,668%	23,543%	23,420%	23,298%	23,179%
77,0%	82,0%	24,828%	24,691%	24,557%	24,425%	24,296%	24,168%	24,043%	23,920%	23,798%	23,679%
76,5%	81,5%	25,328%	25,191%	25,057%	24,925%	24,796%	24,668%	24,543%	24,420%	24,298%	24,179%
76,0%	81,0%	25,828%	25,691%	25,557%	25,425%	25,296%	25,168%	25,043%	24,920%	24,798%	24,679%
75,5%	80,5%	26,328%	26,191%	26,057%	25,925%	25,796%	25,668%	25,543%	25,420%	25,298%	25,179%
75,0%	80,0%	26,828%	26,691%	26,557%	26,425%	26,296%	26,168%	26,043%	25,920%	25,798%	25,679%
79,5%	Menos de 75,0% => Rechazar	27,328%	27,191%	27,057%	26,925%	26,796%	26,668%	26,543%	26,420%	26,298%	26,179%
79,0%		27,828%	27,691%	27,557%	27,425%	27,296%	27,168%	27,043%	26,920%	26,798%	26,679%
78,5%		28,328%	28,191%	28,057%	27,925%	27,796%	27,668%	27,543%	27,420%	27,298%	27,179%
78,0%		28,828%	28,691%	28,557%	28,425%	28,296%	28,168%	28,043%	27,920%	27,798%	27,679%
77,5%		29,328%	29,191%	29,057%	28,925%	28,796%	28,668%	28,543%	28,420%	28,298%	28,179%
77,0%		29,828%	29,691%	29,557%	29,425%	29,296%	29,168%	29,043%	28,920%	28,798%	28,679%
76,5%		30,328%	30,191%	30,057%	29,925%	29,796%	29,668%	29,543%	29,420%	29,298%	29,179%
76,0%		30,828%	30,691%	30,557%	30,425%	30,296%	30,168%	30,043%	29,920%	29,798%	29,679%
75,5%		31,328%	31,191%	31,057%	30,925%	30,796%	30,668%	30,543%	30,420%	30,298%	30,179%
75,0%		31,828%	31,691%	31,557%	31,425%	31,296%	31,168%	31,043%	30,920%	30,798%	30,679%
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC_i), usando esta Tabla, cuando el valor N_{ij} determinado sobre la columna de n_j no corresponda exactamente a un valor N_{ij} de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n_j correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago					
		Número de pruebas realizadas (n _j) en el parámetro de especificación analizado (j)					
I	II	65	66	67	68	69	70
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N _{ij}					
100,0%		- Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior					
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	0,562%	0,446%	0,332%	0,220%	0,109%	0,000%
99,5%		1,062%	0,946%	0,832%	0,720%	0,609%	0,500%
99,0%		1,562%	1,446%	1,332%	1,220%	1,109%	1,000%
98,5%		2,062%	1,946%	1,832%	1,720%	1,609%	1,500%
98,0%		2,562%	2,446%	2,332%	2,220%	2,109%	2,000%
97,5%		3,062%	2,946%	2,832%	2,720%	2,609%	2,500%
97,0%		3,562%	3,446%	3,332%	3,220%	3,109%	3,000%
96,5%		4,062%	3,946%	3,832%	3,720%	3,609%	3,500%
96,0%		4,562%	4,446%	4,332%	4,220%	4,109%	4,000%
95,5%		5,062%	4,946%	4,832%	4,720%	4,609%	4,500%
95,0%		100,0%	5,562%	5,446%	5,332%	5,220%	5,109%
94,5%	99,5%	6,062%	5,946%	5,832%	5,720%	5,609%	5,500%
94,0%	99,0%	6,562%	6,446%	6,332%	6,220%	6,109%	6,000%
93,5%	98,5%	7,062%	6,946%	6,832%	6,720%	6,609%	6,500%
93,0%	98,0%	7,562%	7,446%	7,332%	7,220%	7,109%	7,000%
92,5%	97,5%	8,062%	7,946%	7,832%	7,720%	7,609%	7,500%
92,0%	97,0%	8,562%	8,446%	8,332%	8,220%	8,109%	8,000%
91,5%	96,5%	9,062%	8,946%	8,832%	8,720%	8,609%	8,500%
91,0%	96,0%	9,562%	9,446%	9,332%	9,220%	9,109%	9,000%
90,5%	95,5%	10,062%	9,946%	9,832%	9,720%	9,609%	9,500%
90,0%	95,0%	10,562%	10,446%	10,332%	10,220%	10,109%	10,000%
89,5%	94,5%	11,062%	10,946%	10,832%	10,720%	10,609%	10,500%
89,0%	94,0%	11,562%	11,446%	11,332%	11,220%	11,109%	11,000%
88,5%	93,5%	12,062%	11,946%	11,832%	11,720%	11,609%	11,500%
88,0%	93,0%	12,562%	12,446%	12,332%	12,220%	12,109%	12,000%
87,5%	92,5%	13,062%	12,946%	12,832%	12,720%	12,609%	12,500%
87,0%	92,0%	13,562%	13,446%	13,332%	13,220%	13,109%	13,000%
86,5%	91,5%	14,062%	13,946%	13,832%	13,720%	13,609%	13,500%
86,0%	91,0%	14,562%	14,446%	14,332%	14,220%	14,109%	14,000%
85,5%	90,5%	15,062%	14,946%	14,832%	14,720%	14,609%	14,500%
85,0%	90,0%	15,562%	15,446%	15,332%	15,220%	15,109%	15,000%
84,5%	89,5%	16,062%	15,946%	15,832%	15,720%	15,609%	15,500%
84,0%	89,0%	16,562%	16,446%	16,332%	16,220%	16,109%	16,000%
83,5%	88,5%	17,062%	16,946%	16,832%	16,720%	16,609%	16,500%
83,0%	88,0%	17,562%	17,446%	17,332%	17,220%	17,109%	17,000%
82,5%	87,5%	18,062%	17,946%	17,832%	17,720%	17,609%	17,500%
82,0%	87,0%	18,562%	18,446%	18,332%	18,220%	18,109%	18,000%
81,5%	86,5%	19,062%	18,946%	18,832%	18,720%	18,609%	18,500%
81,0%	86,0%	19,562%	19,446%	19,332%	19,220%	19,109%	19,000%
80,5%	85,5%	20,062%	19,946%	19,832%	19,720%	19,609%	19,500%
80,0%	85,0%	20,562%	20,446%	20,332%	20,220%	20,109%	20,000%
79,5%	84,5%	21,062%	20,946%	20,832%	20,720%	20,609%	20,500%
79,0%	84,0%	21,562%	21,446%	21,332%	21,220%	21,109%	21,000%
78,5%	83,5%	22,062%	21,946%	21,832%	21,720%	21,609%	21,500%
78,0%	83,0%	22,562%	22,446%	22,332%	22,220%	22,109%	22,000%
77,5%	82,5%	23,062%	22,946%	22,832%	22,720%	22,609%	22,500%
77,0%	82,0%	23,562%	23,446%	23,332%	23,220%	23,109%	23,000%
76,5%	81,5%	24,062%	23,946%	23,832%	23,720%	23,609%	23,500%
76,0%	81,0%	24,562%	24,446%	24,332%	24,220%	24,109%	24,000%
75,5%	80,5%	25,062%	24,946%	24,832%	24,720%	24,609%	24,500%
75,0%	80,0%	25,562%	25,446%	25,332%	25,220%	25,109%	25,000%
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	26,062%	25,946%	25,832%	25,720%	25,609%	25,500%
	79,0%	26,562%	26,446%	26,332%	26,220%	26,109%	26,000%
	78,5%	27,062%	26,946%	26,832%	26,720%	26,609%	26,500%
	78,0%	27,562%	27,446%	27,332%	27,220%	27,109%	27,000%
	77,5%	28,062%	27,946%	27,832%	27,720%	27,609%	27,500%
	77,0%	28,562%	28,446%	28,332%	28,220%	28,109%	28,000%
	76,5%	29,062%	28,946%	28,832%	28,720%	28,609%	28,500%
76,0%	29,562%	29,446%	29,332%	29,220%	29,109%	29,000%	
75,5%	30,062%	29,946%	29,832%	29,720%	29,609%	29,500%	
75,0%	30,562%	30,446%	30,332%	30,220%	30,109%	30,000%	
Rechazar		- Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior					

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor N_{ij} determinado sobre la columna de n_j no corresponda exactamente a un valor N_{ij} de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n_j correspondiente (número de pruebas realizadas).

En todo caso, la aplicación del procedimiento establecido en la subsección "107.09 Aceptación parcial y final", debe estar acorde con lo regulado al respecto por la norma de rango legal o reglamentaria que rija en ese momento.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

PARA RECIBIR

28 de Noviembre de 2011
LM-IC-D-1592-2011



M Sc. Francisco Jiménez Reyes
Ministro
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

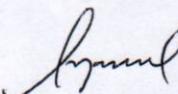
Estimado señor Ministro:

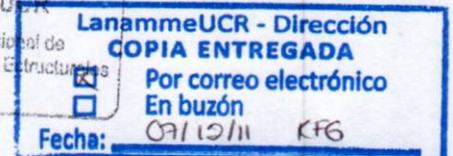
En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica **“Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto”**, Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de la Presidencia, a la señora Contralora General de la República, al señor Presidente de la Asamblea Legislativa y a la señora Defensora de los Habitantes, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Adicionalmente, enviamos copia del informe al señor Director Ejecutivo del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Gerente de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Auditor a.i. del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Director de proyecto y al Ingeniero de proyecto.

Del señor Ministro de Obras Públicas y Transportes se despide respetuosamente,


Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.
Director LanammeUCR



Adjunto: Lo indicado.

Cc:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coordinador General PITRA-LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

RECIBIDO EN LA PRESIDENCIA
EL DIA 5-12-11
A LAS 12:44
Jenny
FIRMA

PARA RECIBIR

28 de Noviembre de 2011
LM-IC-D-1593-2011

Lic. Juan Carlos Mendoza García
Presidente de la Asamblea Legislativa
Su Despacho

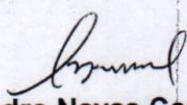
Estimado licenciado Mendoza:

En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica **“Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto”**, Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de la Presidencia, a la señora Contralora General de la República, al señor Presidente de la Asamblea Legislativa y a la señora Defensora de los Habitantes, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Adicionalmente, enviamos copia del informe al señor Director Ejecutivo del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Gerente de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Auditor a.i. del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Director de proyecto y al Ingeniero de proyecto.

Del señor Presidente de la Asamblea Legislativa, suscribe respetuosamente,


Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.
Director LanammeUCR



LanammeUCR - Dirección
COPIA ENTREGADA
 Por correo electrónico
 En buzón
Fecha: 07/12/11 KFG.

Adjunto: Lo indicado.

Cc:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coordinador General PITRA-LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR

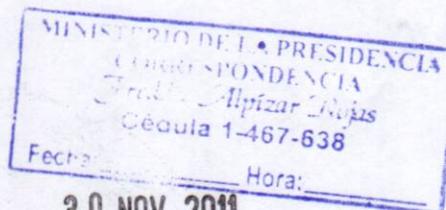


Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

PARA RECIBIR

28 de Noviembre de 2011
LM-IC-D-1594-2011

Lic. Carlos Ricardo Benavides Jiménez
Ministro
Ministerio de la Presidencia
Su Despacho



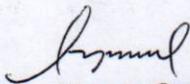
Estimado Señor Ministro:

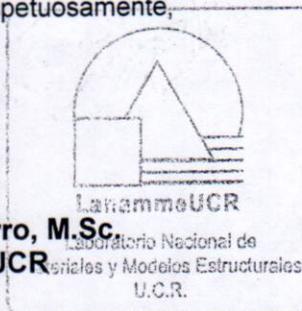
En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica **“Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto”**, Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de la Presidencia, a la señora Contralora General de la República, al señor Presidente de la Asamblea Legislativa y a la señora Defensora de los Habitantes, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Adicionalmente, enviamos copia del informe al señor Director Ejecutivo del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Gerente de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Auditor a.i. del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Director de proyecto y al Ingeniero de proyecto.

Del señor Ministro de la Presidencia se despide respetuosamente,


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR

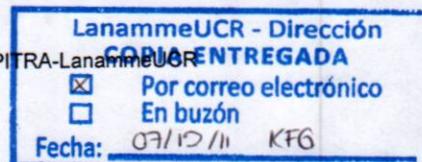


Adjunto: Lo indicado.

Cc:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coordinador General PITRA-LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR



Estado de su Trámite



Estimado/a usuario/a:

Usted puede consultar el estado de su trámite ante Contraloría ingresando a nuestro Sitio Web: www.cgr.go.cr, en el vínculo:

"Estado de su trámite"

Digite el número que se le asignó al presentar su gestión y podrá conocer en detalle el estado de la misma.

Gracias por su atención!

21686

PARA RECIBIR

28 de Noviembre de 2011
LM-IC-D-1595-2011

Licda. Rocío Aguilar Montoya
Contralora General de la República
Su Despacho

Estimada licenciada Aguilar:

En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica "**Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto**", Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de la Presidencia, a la señora Contralora General de la República, al señor Presidente de la Asamblea Legislativa y a la señora Defensora de los Habitantes, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Adicionalmente, enviamos copia del informe al señor Director Ejecutivo del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Gerente de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Auditor a.i. del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Director de proyecto y al Ingeniero de proyecto.

De la señora Contralora General de la República, se despide respetuosamente,

Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales
U.C.R.



Adjunto: Lo indicado.

Cc:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coordinador General PITRA-LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Eng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR

LanammeUCR - Dirección

ENTREGADA

Por correo electrónico

En buzón

Fecha: 07/11/2011 KFG



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

PARA RECIBIR

28 de noviembre de 2011
LM-IC-D-1596-2011

Señora
Ofelia Taitelbaum Yoselewich
Defensora de los Habitantes de la República
Su Despacho



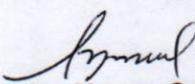
Estimada señora Taitelbaum:

En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica **"Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto"**, Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de la Presidencia, a la señora Contralora General de la República, al señor Presidente de la Asamblea Legislativa y a la señora Defensora de los Habitantes, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Adicionalmente, enviamos copia del informe al señor Director Ejecutivo del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Gerente de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Auditor a.i. del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Director de proyecto y al Ingeniero de proyecto.

De la señora Defensora de los Habitantes, se despide respetuosamente,


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



Adjunto: Lo indicado.

Cc:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coordinador General PITRA-LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR

LanammeUCR - Dirección
COPIA ENTREGADA

Por correo electrónico
 En buzón

Fecha: 07/12/11 KFG.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

PARA RECIBIR

28 de Noviembre de 2011
LM-IC-D-1597-2011

Licda. María de los Ángeles Alfaro Murillo
Presidente
Comisión Permanente Especial para el Control del Ingreso y el Gasto Público
Asamblea Legislativa
Su Despacho

Estimada licenciada Alfaro:

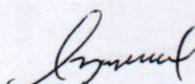
05/12/11 12:41 HACEND

En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica **“Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto”**, Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de Obras Públicas y Transportes, a la señora Contralora General de la República, al señor presidente de la Asamblea Legislativa, a la señora Defensora de los Habitantes y al señor Ministro de la Presidencia, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Adicionalmente, enviamos copia del informe al señor Director Ejecutivo del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Gerente de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Auditor a.i. del Consejo Nacional de Vialidad, al señor Director de proyecto y al Ingeniero de proyecto.

De usted atentamente,


Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.
Director LanammeUCR



LanammeUCR - Dirección
COPIA ENTREGADA
Por correo electrónico
En buzón
Fecha: 07/12/11 KFG

Adj: Lo indicado.

Cc:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coord. Gral PITRA-LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

RECIBIDO
Fecha: 30/11/11
Hora: 10:50 AM
Blanca Rosa Araya L

LanammeUCR - Dirección
COPIA ENTREGADA
 Por correo electrónico
 En buzón
Fecha: 07/12/11 OKFG

PARA RECIBIR

CONAVI AUDITORIA
[Signature]
30NOV2011AM10:19

28 de Noviembre de 2011
LM-IC-D-1598-2011

DIREC. EJECUTIVA

Noilly Azofeifa Ch.

Ing. Carlos Acosta Monge
Director Ejecutivo
Consejo Nacional de Vialidad
Su Despacho

Estimado ingeniero:

En cumplimiento de los mandatos de fiscalización de obras que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603 al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), me permito enviarle el informe de auditoría técnica titulado "Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21, sección: Jicaral-Lepanto", Identificado como LM-PI-AT-128-11.

Tal y como nos lo ordena el párrafo final del artículo 6 de la Ley 8114, también remitimos los resultados del estudio al señor Ministro de Obras Públicas y Transportes, a la señora Contralora General de la República, al señor Presidente de la Asamblea Legislativa y al señor Ministro de la Presidencia, para lo que a control interno y derecho corresponda realizar.

Sin otro particular, suscribe respetuosamente,



[Signature]
Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR

[Signature]
Mirna Aguirre Retana
GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN
DE VÍAS Y PUENTES
Fecha: 30-11-11 Hora: 10:37

Adjunto: Lo indicado.

Cc:

- Ing. Carlos Pereira Esteban. Gerente de Construcción de Vías y Puentes, Consejo Nacional de Vialidad (Adjunto informe)
- Lic. Reynaldo Jiménez Soto. Auditor a.i., Consejo Nacional de Vialidad (Adjunto informe)
- Ing. Álvaro Ulloa Murillo. Director de Proyecto, Consejo Nacional de Vialidad (Adjunto informe)
- Ing. Orlando Vargas Klarson, Consejo Nacional de Vialidad (Adjunto informe)
- Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coordinador General PITRA-LanammeUCR
- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng Coordinadora de la Unida de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR