

REPUBLICA DEL PERU



RESOLUCION JEFATURAL

Surquillo, 10 de SEPTIEMBRE de 2020

VISTOS:

El Informe N° 155-2020-DEM-DIMED/INEN, del Departamento de Especialidades Médicas, el Informe N° 199-2020-DNCC-DICON/INEN emitido por el Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos, el Memorando N° 874-2020-OGPP/INEN, de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, el Informe N° 272-2020-DICON/INEN, de la Dirección de Control del Cáncer y el Informe N° 631-2020-OAJ/INEN, de la Oficina de Asesoría Jurídica, y;

CONSIDERANDO:

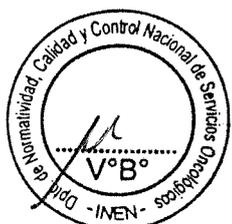
Que, a través de la Ley N° 28748, se creó como Organismo Público Descentralizado al Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas – INEN, con personería jurídica de derecho público interno, con autonomía económica, financiera, administrativa y normativa, adscrito al Sector Salud, constituyendo Pliego Presupuestal y calificado como Organismo Público Ejecutor en concordancia con la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y el Decreto Supremo N° 034-2008-PCM;

Que, mediante Decreto Supremo N° 001-2007-SA, publicado en el diario oficial El Peruano, con fecha 11 de enero del 2007, se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones – ROF, del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas – INEN, estableciendo la jurisdicción, funciones generales y estructura orgánica del Instituto, así como las funciones de sus diferentes órganos y unidades orgánicas;

Que mediante Directiva Administrativa N° 001-2019-INEN/DICON-DNCC "Lineamientos para la Elaboración de Documentos Normativos en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas – INEN, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 276-2019-J/INEN, de fecha 10 de julio de 2019, se estableció en su numeral 6.6, el procedimiento de revisión de los de Procedimientos Normalizados de Trabajo en el INEN;

Que, a través del Informe N° 155-2020-DEM-DIMED/INEN de fecha 12 de agosto de 2020, el Departamento de Especialidades Médicas, remitió a través de la Dirección de Medicina para su revisión y validación al Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos, 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas;

Que, a través del Informe N° 199-2020-DNCC-DICON/INEN, de fecha 27 de agosto de 2020, emitido por el Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos, concluye que los 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología, en el marco de sus competencias, de conducción coordinación y asesoría en la formulación/actualización de documentos normativos en el INEN, ha completado la revisión, asistencia técnica y validación de 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) del Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas, el cual se encuentra conforme;



Que mediante Informe N° 132-2020-OO-OGPP/INEN, de fecha 24 de agosto del 2020, elaborado por la Oficina de Organización, emite opinión técnica favorable, en relación a 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas, indicando que no colisiona con la estructura orgánica o funcional de la Entidad;

Que, mediante del Informe N° 810-2020-OPE-OGPP/INEN de fecha 21 de agosto de 2020, la Oficina de Planeamiento Estratégico, emite opinión favorable a los 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas, las mismas que se sujetan a la estructura de costos en cuanto a la identificación del CPMS, equipamiento y Suministro;

Que a través del Informe N° 272-2020-DICON/INEN, de fecha 27 de agosto de 2020, emitido por la Dirección de Control del Cáncer, procede a elevar para su aprobación 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas;

Que, con Informe de vistos, la Oficina de Asesoría Jurídica opina que resulta viable la aprobación de 03 Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas;

Contando con los vistos buenos de la Sub Jefatura Institucional, la Gerencia General, la Oficina de Organización, la Oficina de Planeamiento Estratégico, el Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos, la Dirección de Control del Cáncer, del Departamento de Especialidades Médicas, de la Dirección de Medicina y de la Oficina de Asesoría Jurídica del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas-INEN;

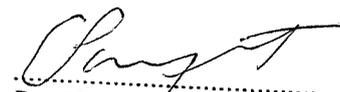
En uso de las atribuciones y facultades conferidas en el Decreto Supremo N° 001-2007-SA, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas - INEN y la Resolución Suprema N° 011-2018-SA;

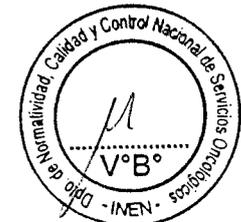
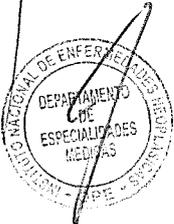
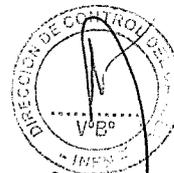
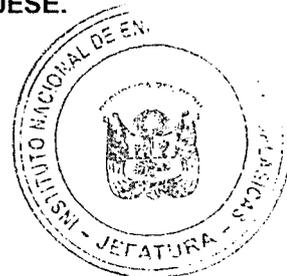
**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. – APROBAR tres (03) Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) elaborados por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas que como anexo forman parte integrante de la presente Resolución.**

**ARTÍCULO SEGUNDO. - ENCARGAR** a la Oficina de Comunicaciones de la Gerencia General del INEN, la publicación de la presente Resolución en el Portal Web Institucional.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.**

  
Dr. EDUARDO PAYET MEZA  
Jefe Institucional  
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS



**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología**PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL  
MONÓXIDO DE CARBONO****I. OBJETIVO**

Normalizar el procedimiento de capacidad de difusión del monóxido de carbono.

**II. IDENTIFICACIÓN DEL CPMS**

- Código CPMS (MINSA): 94720
- Código Tarifario INEN: 170108

**III. ALCANCE**

El presente documento normativo se emplea para el procedimiento de capacidad de difusión del monóxido de carbono y es de aplicación por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas de la Dirección de Medicina.

**IV. RESPONSABILIDADES**

Son responsables del cumplimiento del presente documento normativo, el personal asistencial, administrativo y directivo del Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas, desde la indicación del procedimiento hasta la entrega del resultado:

- Médico Neumólogo del Equipo Funcional de Neumología: se encarga de realizar la evaluación del paciente, los exámenes de laboratorio, las imágenes y la pertinencia o no del procedimiento.

Previa reevaluación de la pertinencia del procedimiento supervisa la calibración los equipos, supervisa la realización del procedimiento para la posibilidad de manejo de insuficiencias respiratorias.

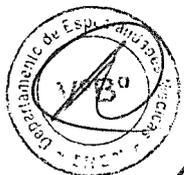
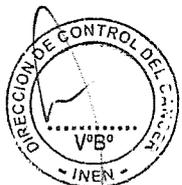
Realiza la evaluación del paciente y realiza el informe del procedimiento.

- Tecnólogo Médico: se encarga de control de funciones vitales, calibrar los equipos, y realizar el procedimiento, bajo la supervisión del Médico Neumólogo.
- Técnico/a de Enfermería: se encarga de recepción de pacientes y asegurarse de llevar los insumos al laboratorio de función pulmonar.
- Personal administrativo: se encarga de coordinar el abastecimiento de todos los insumos.

**V. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

- **Difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO):** Es una prueba de intercambio gaseoso que permite evaluar el proceso de transferencia de oxígeno, desde el gas alveolar hasta su unión con la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos. En esencia, esta técnica mide la cantidad de monóxido de carbono (CO) transferido desde el alveolo a la sangre, por unidad de tiempo y unidad de presión parcial del CO (TLCO o DLCO). Los resultados se dan habitualmente en ml/min/mmHg o en mmoles/seg/kPa (unidades SI). La abreviatura del factor de transferencia o la capacidad de difusión del pulmón para el monóxido de carbono utilizado en este documento es DLCO, aunque TLCO es un término igualmente válido. La DLCO se interpreta mejor en términos de sus dos componentes: volumen alveolar (VA) y eficiencia alveolar (kCO) según la siguiente fórmula:  $VA \times kCO = DLCO$ , o  $DLCO/VA = kCO$ .

Donde VA: el número de unidades que contribuyen al intercambio; kCO: parámetro de eficiencia y DLCO: capacidad de intercambio del gas (CO).



**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

- **Volumen Alveolar (VA):** Representa una estimación del volumen de gas pulmonar en el que se distribuye el CO y luego se transfiere a través de la membrana capilar alveolar. Por lo tanto, es crítico en la medición de DLCO. Cualquier error en la medición del flujo y el posterior cálculo del volumen producirá un error correspondientemente igual en DLCO.
- **Relación DLCO/VA:** También conocida como constante de difusión kCO, permitiría diferenciar en teoría los procesos que reducen el volumen alveolar (VA) que limitan la expansión normal del tórax (que se comportan como pérdida de VA) o que, como en la EPOC, el VA efectivo está reducido en la medida en que los gases usados para medir DLCO no se diluyen completamente por todo el espacio alveolar (se reduce en proporción al VA mal comunicado) de otras enfermedades que reducen la DLCO porque afectan de forma difusa a la superficie de intercambio, bien por el engrosamiento de los alvéolos como por la pérdida de capilar.
- **Repetibilidad:** Es la cercanía de los valores obtenidos de mediciones sucesivas del mismo procedimiento realizado, sujeto a todas las siguientes condiciones: mismo método, mismo observador, mismo instrumento, misma ubicación, misma condición de uso y repetido en un espacio corto de tiempo. Requisito de repetibilidad: debe haber al menos dos maniobras aceptables dentro de  $2\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mmHg}^{-1}$  ( $0.67\text{mmol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kPa}^{-1}$ ) una de la otra.
- **Reproducibilidad:** Es la cercanía de los valores obtenidos de mediciones sucesivas del mismo procedimiento donde las mediciones individuales se llevan a cabo con condiciones cambiadas, tales como: método de medición, observador, instrumento, ubicación, condiciones de uso y tiempo.

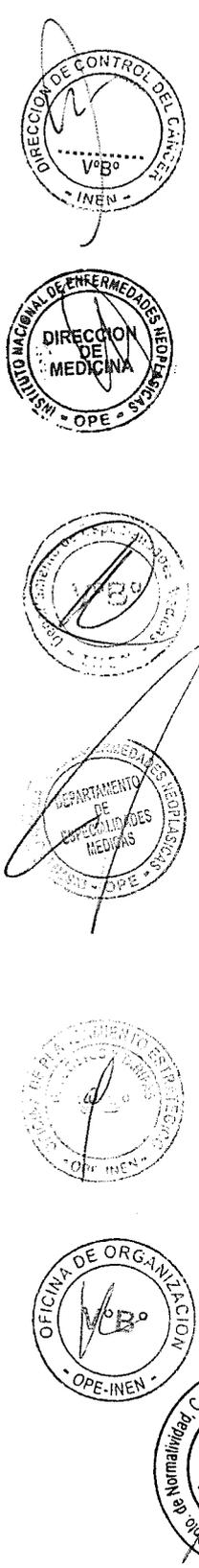
No existen sistemas de calificación de control de calidad que hayan sido validados utilizando los nuevos estándares establecidos por ATS/ERS; por lo que se sugiere utilizar las tablas contenidas en los anexos de este documento y que son las vigentes al momento de la elaboración de este.

**VI. SIGNIFICANCIA CLÍNICA**

La estandarización de la prueba de capacidad de difusión pulmonar de monóxido de carbono con respiración única, busca contribuir a la calidad y seguridad de las atenciones de salud en el contexto de las pruebas de función pulmonar realizadas a los pacientes oncológicos basándose en evidencia científica, ofreciendo el máximo beneficio y el mínimo riesgo a los usuarios, así como la optimización y racionalización del uso de los recursos.

**VII. EQUIPAMIENTO****7.1 Equipos médico y biomédico:**

- Equipo utilizado en el estudio de la transferencia del monóxido de carbono (CO) que debe de constar de:
  - Sistema de función pulmonar, con bolsa para la toma de aire inicial (gas control), bolsa de recogida del volumen alveolar, espirómetro y analizador de infrarrojos de CO.
  - Cilindro de gas comprimido, con concentraciones utilizadas en la prueba: p. ej. CO 0,3%, helio 10%, oxígeno 21%, resto nitrógeno.
- Computadora e impresora
- Jeringa de calibración 3 L certificada
- Tallímetro
- Báscula
- Oxímetro de pulso



**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

- Cooxímetro
- Estetoscopio
- Tensiómetro
- Termómetros ambientales con una precisión de 1 °C
- Barómetro
- Higrómetro

**7.2 Equipo Accesorios y sistemas médicos para bioseguridad:**

- Sistema de presión negativa
- Sistema de inyección y extracción de aire
- Sistema de luz ultravioleta
- Acceso a lavado (lavatorio con sensor de agua)
- Boquilla con filtro en línea desechables con eficiencia de > 99% para filtración de virus, bacterias y micobacterias; espacio muerto < 100 mL y resistencia menor 1.5 cmH<sub>2</sub>O a un flujo de 6 L/s

**7.3 Mobiliario:**

- Coche metálico para el equipo y la computadora e impresora
- Escritorio
- Útiles de escritorio
- Silla fija de metal con brazos
- Archivadores
- Memoria de USB

**VIII. SUMINISTROS****8.1 Insumos y material médico:**

- Boquillas desechables de cartón o las recomendadas por el fabricante y boquillas tipo buceo para aquellos pacientes que no logran realizar un buen sello con los labios
- Pinzas nasales
- Respirador N95 con fuga menor al 10% y una eficiencia de filtrado de > 95% a un flujo de 50 L/min
- Mascarillas quirúrgicas
- Filtros antibacterianos
- Lentes de protección
- Protector facial
- Guantes descartables
- Mandilones descartables
- Anteojos de protección

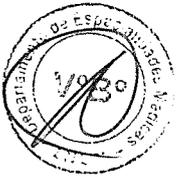
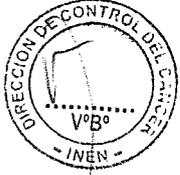
**IX. SERVICIOS TÉCNICOS Y BÁSICOS****9.1 Servicios Técnicos:**

Mantenimiento preventivo de equipamiento

- Equipos biomédicos
- Equipos de aire acondicionado
- Equipos eléctricos

**9.2 Servicios Públicos:**

- Agua
- Luz
- Teléfono



**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**X. MODO OPERATIVO/ DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

El procedimiento de capacidad de difusión pulmonar debe ser realizado por profesionales de la salud debidamente capacitados para cumplir sus funciones designadas para la realización de la prueba:

- No se recomienda el uso de prendas restrictivas de tórax o abdomen como chalecos, corsés o ropa muy apretada.
- Los pacientes deben mantener cualquier otra medicación de base.
- No se requiere de ayuno para la prueba, pero se recomienda alimentación ligera.
- Evitar ejercicio intenso antes de la prueba.

**10.1 Preparación del equipo antes de la prueba:**

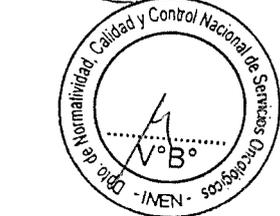
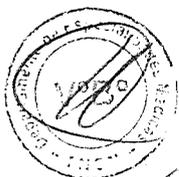
- Todos los componentes (mangueras, sensores, conectores, etc.) deben estar debidamente desinfectados y deberán ser ensamblados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- El equipo se debe encender y dar tiempo suficiente para el calentamiento de este.
- Calibrar o verificar la calibración con jeringa de 3L.
- El equipo debe estar codificado a la altitud o presión barométrica y humedad relativa promedio del sitio donde se realiza el estudio.

**10.2 Calibración de equipos y control de calidad:**

- Las consideraciones para la calibración del equipo (Anexo N° 1) y el control de calidad (Anexo N° 2)
- Los analizadores de flujo y gas deben ponerse a cero antes de cada maniobra. Después de cada maniobra, se debe realizar un nuevo procedimiento de puesta a cero para tener en cuenta la desviación del analizador durante la prueba anterior.
- Cada día, antes de la prueba, debe haber una verificación de calibración de volumen con una jeringa de 3 L. La jeringa debe descargarse al menos tres veces para obtener un rango de caudales que varía entre 0.5 y 12 L · s<sup>-1</sup> (con tiempos de inyección de 3 L de s6 s y ~0.5 s, respectivamente). El volumen a cada velocidad de flujo debe cumplir con un requisito de precisión de ± 2.5% de error.

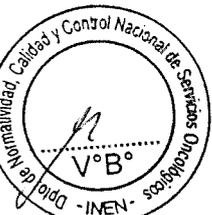
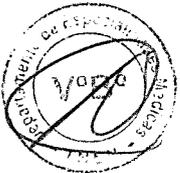
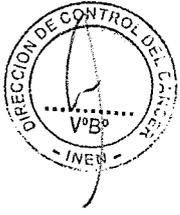
**10.3 Preparación del paciente para la prueba:**

- El profesional que realiza la prueba recibe y se presenta con el paciente.
- Revisa la solicitud médica y confirma el nombre completo, la fecha de nacimiento y el número de historia clínica.
- Registra la edad en años cumplidos al día de la prueba.
- Explica al paciente el objetivo de la prueba.
- Revisa las contraindicaciones de la prueba; si se detecta alguna, el tecnólogo médico debe comunicarlo al supervisor Médico Neumólogo para que éste evalúe y supervise la ejecución de esta.
- Registra el consumo de tabaco, el ejercicio físico intenso antes de la prueba y el uso de broncodilatadores.
- La estatura se mide de forma estandarizada, en centímetros, sin zapatos, en posición completamente erguida, talones juntos y mirando al frente. Para la medición de estatura es recomendable el uso de tallímetros.  
Para los pacientes que no puedan mantenerse de pie, o sufran de deformidad de caja torácica, se puede usar la extensión de los brazos como una estimación de la estatura. Se solicita al paciente que extienda al máximo los brazos en direcciones opuestas. Se mide la extensión entre el extremo de los dedos medios de cada mano. La estatura se estima para hombres como extensión de brazos en centímetros dividido entre 1.03 y para mujeres dividida entre 1.01.



**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología



- h) El peso se mide en una báscula calibrada y de preferencia se registra en kilogramos en unidades cerradas al 0.5 kg más cercano.
- i) La prueba debe realizarse con el sujeto sentado.
- j) Se debe utilizar silla sin ruedas y con soporte para brazos. Se coloca al sujeto sentado con el tórax y cuello en posición recta y con ambos pies apoyados sobre el piso. Si se utiliza una posición diferente, ésta debe de registrarse.
- k) Una vez que el paciente ha sido preparado para la prueba, se procede a instruir al paciente sobre el procedimiento. Se le debe explicar que se encontrará sentado (de preferencia en una silla fija y con soporte de brazos), con el tronco erguido y con la cabeza ligeramente elevada; además se le expresa que utilizará una boquilla y una pinza nasal.

**10.4 Maniobra de espirometría:**

- a) La prueba de difusión se complementa con la espirometría, para ayudarnos en el diagnóstico diferencial de la patología pulmonar y debe ser utilizado como "test" de rutina.

**10.5 Maniobra de prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con respiración única:**

- a) Desde el nivel de capacidad funcional residual (al final de una espiración normal), se indica que realice espiración máxima, hasta alcanzar una meseta de un segundo al llegar a volumen residual (maniobra de volumen de reserva espiratoria). Al llegar a volumen residual se activan las válvulas. Se estimula al paciente a realizar inspiración máxima y rápida (menos de 3 segundos), la cual debe alcanzar más del 90% de su VC con una tolerancia de hasta 85% (mínimo requerido por ATS/ERS 2005). Si se necesitan tiempos inspiratorios más largos para inspirar el 85% de VI, deberá anotarse en el informe de prueba.
- b) Se debe mantener el período de apnea durante  $10 \pm 2$  segundos, teniendo precaución de que no haya fugas o maniobra de Valsalva durante la apnea.
- c) Se instruye al sujeto o paciente a realizar una espiración máxima, pero de manera lenta y relajada, mayor a 4 segundos.
- d) En caso de una maniobra fallida se deben repetir las instrucciones y la demostración si es necesario.
- e) El tiempo entre maniobras debe ser de al menos 4 minutos: Las recomendaciones ERS/ATS establecen que se debe espaciar al menos 4 minutos entre maniobras para permitir la eliminación adecuada del gas de prueba de los pulmones. El sujeto debe permanecer sentado durante este intervalo. En pacientes con obstrucción del flujo de aire, se debe considerar un período más largo (por ejemplo 10 min). Varias inspiraciones profundas durante este periodo pueden ayudar a eliminar los gases de prueba de manera más efectiva.
- f) Se requiere completar un mínimo de dos esfuerzos que reúnan criterios de aceptabilidad. (Anexo N° 3)
- g) Se debe revisar el criterio de repetibilidad (Anexo N° 4)
- h) Se pueden realizar hasta cinco maniobras para obtener un mínimo de dos que sean aceptables y repetibles
- i) Se debe considerar factores que afectan el resultado de la DLCO por respiración única. (Anexo N° 5)

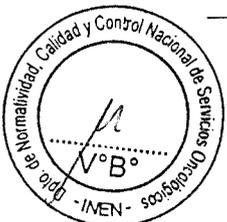
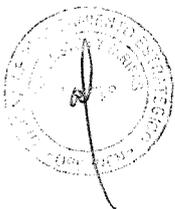
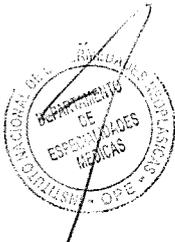
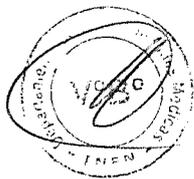
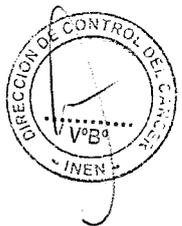
**XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Claudia Vargas-Domínguez, Laura Gochicoa-Range I, Mónica Velázquez-Uncal Roberto, et al. Pruebas de función respiratoria, ¿cuál y a quién? Neumol Cir Tórax 2011 Vol. 70 - Núm. 2:101-117.

**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

2. L. Puente Maestu, F. García Río, G. Peces-Barba, N. González Mangado. "Exploración funcional respiratoria" En Javier de Miguel Díez Rodolfo Álvarez-Sala Walther, editores. Manual de Neumología Clínica. 2ª ed. Madrid. 2009: Neumomadrid, Edita: ERGON: 41 – 55.
3. Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. "2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung". Eur Respir J 2017; 49: 1600016 [https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016].
4. E. López de Santamaría, G. Peces-Barba. "Capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCO)". En Luis Puente Maestu, Coordinador "Manual SEPAR de Procedimientos. Módulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar". Barcelona. Editado por: LUZÁN 5, S. A. de Ediciones; 2002. p. 16 – 36.
5. N. MacIntyre, R.O. Crapo, G. Viegi, D.C. Johnson, C.P.M. van der Grinten, V. Brusasco, B. Galdiz, C. Gistau et al. "Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung." Eur Respir J 2005; 26: 720–735 [doi: 10.1183/09031936.05.00034905].
6. Luis Puente Maestú y Julia García de Pedro. "Las Pruebas Funcionales Respiratorias En Las Decisiones Clínicas". Arch Bronconeumol. 2012;48(5):161–169. [doi: 10.1016/j.arbres.2011.12.012].
7. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. Eur Respir J 2005; 26: 153–161.
8. Bruce H. et al. "Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report". Am J Respir Crit Care Med, 2017; Vol 196, Iss 11: 1463–1472.
9. Juan Carlos Vázquez-García, Laura Gochicoa-Rangel, Rodrigo Francisco Del Río-Hidalgo, Silvia Cid-Juárez, Mónica Silva-Cerón, José Luis Miguel-Reyes et al. "Prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con técnica de una sola respiración (DL,COsb). Recomendaciones y procedimiento." Neumol Cir Torax. 2016, Vol. 75 - Núm. 2:161-172.
10. Rosaura Esperanza Benítez-Pérez, Luis Torre-Bouscoulet, Nelson Villca-Alá, Rodrigo Francisco Del-Río-Hidalgo, Rogelio Pérez-Padilla, Juan Carlos Vázquez-García et al. "Espirometría: recomendaciones y procedimiento." Neumol Cir Torax, 2016. Vol. 75 - Núm. 2:173-190



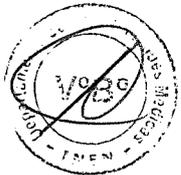
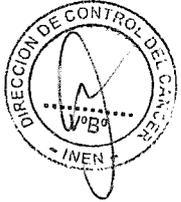


**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**XII. ANEXO**

- Anexo N° 01: Programa de calibración del equipo.
- Anexo N° 02: Calificación del control de calidad.
- Anexo N° 03: Criterio de aceptabilidad.
- Anexo N° 04: Criterio de repetibilidad.
- Anexo N° 05: Factores que afectan al resultado de la DLCO por respiración única.
- Anexo N° 06: Control de cambios y mejoras.



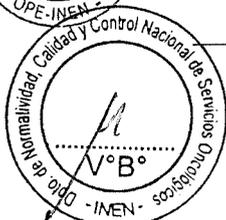
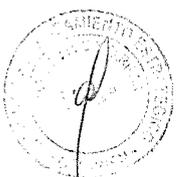
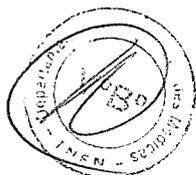
**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología**ANEXO N° 01****PROGRAMA DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO**

Técnica de calibración	Frecuencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizador de flujo a cero</li> <li>- Analizador de gases a cero</li> <li>- Control de calibración de volumen</li> <li>- Control biológico</li> <li>- Jeringa de calibración Verificación DLCO</li> <li>- Prueba de fugas de jeringa de calibración</li> <li>- Verificación de linealidad (jeringa de calibración o simulador)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de cada prueba</li> <li>- Antes / después de cada prueba</li> <li>- Diario</li> <li>- Semanal</li> <li>- Semanal</li> <li>- Mensual</li> <li>- Mensual</li> </ul>
<b>DLCO:</b> Capacidad de Difusión del Pulmón para el Monóxido de Carbono.	

**ANEXO N° 02****CALIFICACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD**

Relación VI/VC	tBH	Colección de Muestra
A $\geq$ 90%*	8 – 12 s	$\leq$ 4 s
B $\geq$ 85%	8 – 12 s	$\leq$ 4 s
C $\geq$ 80%	8 – 12 s	$\leq$ 5 s
D $\leq$ 80%	< 8 o > 12 s	$\leq$ 5 s
F $\leq$ 80%	< 8 o > 12 s	> 5 s

VI: Volumen Inspiratorio; CV = mayor Capacidad Vital en la misma sesión,  
tBH: Tiempo de Apnea  
\* O VI / VC > 85% y VA dentro de 0.200 L o 5% de VA de otra maniobra aceptable



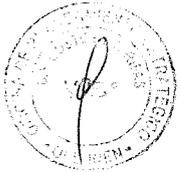
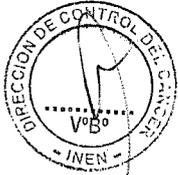
**PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01**Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología**ANEXO N° 03****CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD**

- Un VI  $\geq$  90% de la CV más grande en la misma sesión; alternatively, un VI  $\geq$  85% de la CV más grande en la misma sesión y VA dentro de 200 ml o 5% (lo que sea mayor) del VA más grande de otras maniobras aceptables.
- 85% del gas del VI inhalado en < 4 segundos.
- Un periodo de apnea estable durante  $10 \pm 2$  s sin evidencia de fugas o maniobras de Valsalva / Müller durante este tiempo.
- Recolección de muestra completada dentro de los 4 s del inicio de la exhalación. Para los sistemas RGA, la recolección de muestras virtuales debe iniciarse después de completar el lavado del espacio muerto.

**VI:** Volumen Inspiratorio; **CV:** Capacidad Vital, **VA:** Volumen Alveolar;  
**RGA:** Rapidly Responding Gas Analyser

**ANEXO N° 04****CRITERIO DE REPETIBILIDAD****CRITERIO DE REPETIBILIDAD**

Debe haber al menos dos maniobras aceptables dentro de  $2\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mmHg}^{-1}$  ( $0.67 \text{mmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1}$ ) una de la otra.





PNT.DNCC. INEN. 111. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO V.01

Dirección de Medicina
Departamento de Especialidades Médicas
Equipo Funcional de Neumología

ANEXO N° 05

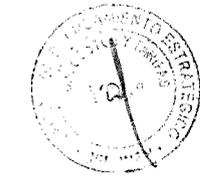
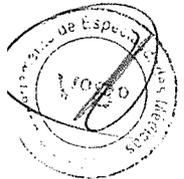
FACTORES QUE AFECTAN AL RESULTADO DE LA DLCO POR RESPIRACIÓN ÚNICA

Table with 2 columns: Debidos al paciente, Debidos a la técnica. Lists factors like alveolar volume, hemoglobin concentration, and apnea.

ANEXO N° 06

CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS

Table with 5 columns: VERSIÓN, PÁGINA, DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Y MEJORA, FECHA DE ELABORACIÓN (ACTUALIZACIÓN), AUTORIZA ELABORACIÓN (ACTUALIZACIÓN). Row 01: Se elabora PNT según DA N° 001-2019-INEN/DICON-DNCC...



**PNT.DNCC. INEN. 112. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO****I. OBJETIVO**

Normalizar el procedimiento de medición de monóxido de carbono.

**II. IDENTIFICACIÓN DEL CPMS**

- Código CPMS (MINSA): 94064
- Código Tarifario INEN: 170102

**III. ALCANCE**

El presente documento normativo se emplea para el procedimiento de medición de monóxido de carbono y es de aplicación por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas de la Dirección de Medicina.

**IV. RESPONSABILIDADES**

Son responsables del cumplimiento del presente documento normativo, el personal asistencial, administrativo y directivo del Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas, desde la indicación del procedimiento hasta la entrega del resultado:

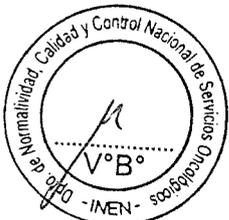
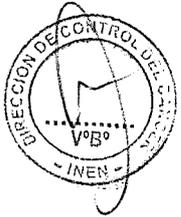
- Médico Neumólogo del Equipo Funcional de Neumología: Se encarga de realizar la evaluación del paciente, los exámenes de laboratorio, las imágenes y la pertinencia o no del procedimiento. Previa reevaluación de la pertinencia del procedimiento supervisa la calibración los equipos, realiza, e informa el procedimiento.
- Tecnólogo Médico: se encarga de control de funciones vitales, calibrar el equipo, y realizar el procedimiento, bajo la supervisión del médico neumólogo
- Técnico de Enfermería: Se encarga de recepción de pacientes asegurarse de llevar los insumos al laboratorio de función pulmonar.
- Personal administrativo: se encarga de coordinar el abastecimiento de todos los insumos

**V. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

- **Cooximetría.** - Es una técnica espectrofotométrica, que permite determinar la pérdida en la capacidad de oxigenación de la hemoglobina, en la cual esta última y sus fracciones presentan picos de absorbancia a longitudes de onda específicas y por tanto tienen un espectro característico que sigue la Ley de Lambert-Beer. (5) (6)
- **Espectrofotometría.** - Utiliza el espectrofotómetro, que es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia. (6)
- **Carboxihemoglobina.** - Formada por la unión del monóxido de carbono a la hemoglobina, cuya afinidad por la misma es 240 veces mayor que la que presenta el oxígeno. Además de desplazar al oxígeno, el monóxido de carbono entra en las células e inhibe las rutas metabólicas oxidativas. El porcentaje de carboxihemoglobina se calcula según la siguiente fórmula:  $(COHb\%) = COHb / ctHb \times 100$ . (6)
- **La Ley de Beer.** - Declara que la cantidad de luz absorbida por un cuerpo depende de la concentración en la solución.

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

Av. Angamos Este N° 2520. Lima 34. Teléfono: 201-6500. Fax: 620-4991. Web: [www.inen.sld.pe](http://www.inen.sld.pe) e-mail: [postmaster@inen.sld.pe](mailto:postmaster@inen.sld.pe)



**PNT.DNCC. INEN. 112. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO V.01**Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

- **La Ley de Lambert.** - Se dice que la cantidad de luz absorbida por un objeto depende de la distancia recorrida por la luz.

**VI. SIGNIFICANCIA CLÍNICA**

La estandarización de la prueba, busca contribuir a la calidad y seguridad de las atenciones de salud realizadas a los pacientes oncológicos basándose en evidencia científica, ofreciendo el máximo beneficio y el mínimo riesgo a los usuarios, así como la optimización y racionalización del uso de los recursos.

**VII. EQUIPAMIENTO****7.1 Equipos médico y biomédico:**

- Cooxímetro
- Computadora e impresora
- Balón de calibración
- Tallímetro
- Báscula
- Estetoscopio
- Tensiómetro
- Termómetros ambientales con una precisión de 1 °C.
- Barómetro
- Higrómetro

**7.2 Accesorios y sistemas médicos para bioseguridad:**

- Sistema de presión negativa
- Sistema de inyección y extracción de aire
- Sistema de luz ultravioleta
- Acceso a lavado (lavatorio con sensor de agua)
- Boquilla con filtro en línea desechables con eficiencia de > 99% para filtración de virus, bacterias y micobacterias; espacio muerto < 100 mL y resistencia menor 1.5 cmH<sub>2</sub>O a un flujo de 6 L/s

**7.3 Mobiliario:**

- Coche metálico para el equipo y la computadora e impresora
- Escritorio
- Silla fija de metal con brazos

**VIII. SUMINISTROS****8.1 Insumos y material médico:**

- Boquillas desechables de cartón o las recomendadas por el fabricante
- Respirador N95 con fuga menor al 10% y una eficiencia de filtrado de >95% a un flujo de 50 L/min
- Mascarillas quirúrgicas
- Filtros antibacterianos
- Lentes de protección
- Protector facial
- Guantes descartables
- Mandilones descartables
- Memoria de USB
- Archivadores
- Útiles de escritorio

**PNT.DNCC. INEN. 112. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO V.01**Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología**IX. SERVICIOS TÉCNICOS Y BÁSICOS****9.1 Servicios Técnicos:**

Mantenimiento preventivo de equipamiento

- Equipos biomédicos
- Equipos de inyección y extracción de aire
- Sistemas de presión negativa
- Equipos eléctricos

**9.2 Servicios Públicos:**

- Agua
- Luz
- Teléfono

**X. MODO OPERATIVO/ DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

El procedimiento debe ser realizado por profesionales de la salud debidamente capacitados para cumplir sus funciones designadas para la realización de la prueba:

**10.1 Recomendaciones para el paciente antes de la prueba:**

- a) Evitar fumar 2 horas antes de la prueba.
- b) No se recomienda el uso de prendas restrictivas de tórax o abdomen como chalecos, corsés o ropa muy apretada.
- c) Los pacientes deben mantener cualquier otra medicación de base.
- d) No se requiere de ayuno para la prueba, pero se recomienda alimentación ligera.
- e) Evitar ejercicio intenso antes de la prueba.

**10.2 Preparación del equipo antes de la prueba:**

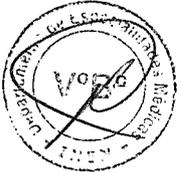
- a) Todos los componentes (sensores, conectores, etc.) deben estar debidamente desinfectados y deben ser ensamblados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- b) El equipo se debe encender.

**10.3 Calibración de equipos y control de calidad:**

- a) Las consideraciones para la calibración del equipo y el control de calidad se realizan de acuerdo a los protocolos del equipo.
- b) Cada día, antes de la prueba, debe realizarse la respectiva calibración.

**10.4 Preparación del paciente para la prueba:**

- a) El profesional que realiza la prueba recibe y se presenta con el paciente.
- b) Revisa la solicitud médica y confirma el nombre completo, la fecha de nacimiento y el número de historia clínica.
- c) Registra la edad en años cumplidos al día de la prueba.
- d) Explica al paciente el objetivo de la prueba.
- e) El médico neumólogo reevalúa las contraindicaciones de la prueba; si se detecta alguna, comunica al supervisor Médico Neumólogo para que se reevalúa en conjunto la ejecución de esta.
- f) Registra el consumo de tabaco, el ejercicio físico intenso antes de la prueba.
- g) La estatura se mide de forma estandarizada, en centímetros, sin zapatos, en posición completamente erguida, talones juntos y mirando al frente. Para la medición de estatura es recomendable el uso de tallímetros.
  - Para los pacientes que no puedan mantenerse de pie, o sufran de deformidad de caja torácica, se puede usar la extensión de los brazos como una estimación de la estatura. Se solicita al paciente que extienda al máximo los



**PNT.DNCC. INEN. 112. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE  
MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

brazos en direcciones opuestas. Se mide la extensión entre el extremo de los dedos medios de cada mano. La estatura se estima para hombres como extensión de brazos en centímetros dividido entre 1.03 y para mujeres dividida entre 1.01.

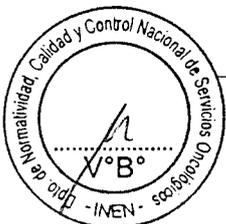
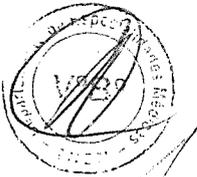
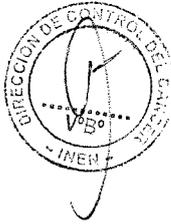
- h) El peso se mide en una báscula calibrada y de preferencia se registra en kilogramos en unidades cerradas al 0.5 kg más cercano.
- i) La prueba debe realizarse con el sujeto sentado.
- j) Una vez que el paciente ha sido preparado para la prueba, se procede a instruir al paciente sobre el procedimiento.
- k) Se le expresa que debe utilizar una boquilla y una pinza nasal.

**10.5 Maniobra de prueba:**

- a) Se instruye al sujeto o paciente realizar una inspiración profunda. Se debe mantener el período de apnea durante 20 segundos.
- b) Se instruye al sujeto o paciente a realizar una espiración lenta, prolongada y completa.
- c) El indicador del cooxímetro nos marcará el número de ppm de CO que el sujeto tiene en el aire espirado y determinara sus respectivos valores.
- d) En caso de una maniobra fallida se deben repetir las instrucciones y la demostración si es necesario.
- e) Se requiere completar un mínimo de tres esfuerzos.

**XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. E. López de Santamaría, G. Peces-Barba. "Capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCO)". En Luis Puente Maestu, Coordinador "Manual SEPAR de Procedimientos. Módulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar". Barcelona. Editado por: LUZÁN 5, S. A. de Ediciones; 2002. p. 16 – 36.
2. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. Eur Respir J 2005; 26: 153–161.
3. Bruce H. et al. "Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report". Am J Respir Crit Care Med, 2017; Vol 196, Iss 11: 1463–1472.
4. Juan Carlos Vázquez-García, Laura Gochicoa-Rangel, Rodrigo Francisco Del Río-Hidalgo, Silvia Cid-Juárez, Mónica Silva-Cerón, José Luis Miguel-Reyes et al. "Prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con técnica de una sola respiración (DL,COsb). Recomendaciones y procedimiento." Neumol Cir Torax. 2016, Vol. 75 - Núm. 2:161-172.
5. Jiménez Ruiz CA, Masa F, Miravittles M, Gabriel R, Viejo JL, Villasante C, et al. Smoking characteristics: differences in attitudes and dependence between healthy smokers and smokers with COPD. Chest 2001; 119: 1365-70.
6. Jarvis J, Russell MAH. Expired air CO: a simple breath of tobacco smoke intake. BMJ 1980; 281: 484-5.
7. Clark KD, Wardrobe-Wong N, Eliot JJ, Preece T, Lindends T, Larstrom B. Cigarette smoke inhalation and lung damage in smokers volunteers. Eur Respir J 1998; 12: 395-9.





PNT.DNCC. INEN. 112. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO V.01

Dirección de Medicina
Departamento de Especialidades Médicas
Equipo Funcional de Neumología

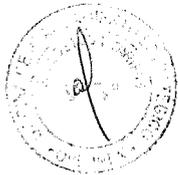
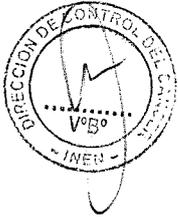
XII. ANEXO

- Anexo N° 01: Control de cambios y mejoras.

ANEXO N° 01

CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS

Table with 5 columns: VERSIÓN, PÁGINA, DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Y MEJORA, FECHA DE ELABORACIÓN (ACTUALIZACIÓN), and AUTORIZA ELABORACIÓN (ACTUALIZACIÓN). Row 1: 01, 1-5, Se elabora PNT según DA N° 001-2019-INEN/DICON-DNCC "Lineamientos para la elaboración de Documentos Normativos en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (Resolución Jefatural N° 276-2019-J/INEN)., 12/08/2020, M.C. Katherine Gutarra Chuquin



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES)****I. OBJETIVO**

Normalizar el procedimiento de estudio de tolerancia pulmonar (volúmenes pulmonares).

**II. IDENTIFICACIÓN DEL CPMS**

- Código CPMS (MINSa): 94750
- Código Tarifario INEN: 170107

**III. ALCANCE**

El presente documento normativo se emplea para el procedimiento de estudio de tolerancia pulmonar (volúmenes pulmonares) y es de aplicación por el Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas de la Dirección de Medicina.

**IV. RESPONSABILIDADES**

Son responsables del cumplimiento del presente documento normativo, el personal asistencial, administrativo y directivo del Equipo Funcional de Neumología del Departamento de Especialidades Médicas, desde la indicación del procedimiento hasta la entrega del resultado:

- Médico Neumólogo del Equipo Funcional de Neumología: se encarga de realizar la evaluación del paciente, los exámenes de laboratorio, las imágenes y la pertinencia o no del procedimiento.
- Médico Neumólogo del equipo funcional de Neumología, previa reevaluación de la pertinencia del procedimiento, supervisa la calibración de los equipos, supervisa la realización del procedimiento para la posibilidad de manejo de insuficiencias respiratorias.
- Tecnólogo Médico: se encarga de control de funciones vitales, calibrar los equipos, y realizar el procedimiento, bajo la supervisión del médico neumólogo.
- Técnico de Enfermería: Se encarga de recepción de pacientes asegurarse de llevar los insumos al laboratorio de función pulmonar.
- Personal administrativo: se encarga de coordinar el abastecimiento de todos los insumos

**V. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

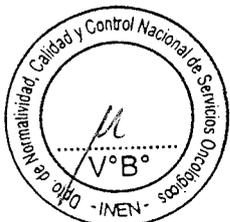
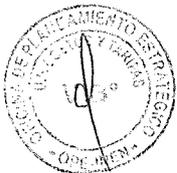
- **Pletismografía corporal (PC).** - Es una prueba de función respiratoria que mide el volumen de gas intratorácico (TGV) y la resistencia específica de la vía aérea (sRaw). Es el estándar de oro para la medición de volúmenes pulmonares.

Su principal medición directa es la Capacidad Funcional Residual (FRCpleth) que corresponde al volumen de gas intratorácico (ITGV o TGV) medido al final de la espiración a volumen corriente estable. Se realiza adicionalmente una medición de capacidad vital lenta (VC), volumen corriente (VT), capacidad inspiratoria (IC) y volumen de reserva espiratorio (ERV). Esas mediciones permiten calcular la capacidad pulmonar total (TLC) y el volumen residual (RV).

**Limitaciones:** Esta técnica mide todo el gas torácico más cualquier gas sometible a presión como el de bullas, neumotórax, gas abdominal, etc. En los casos de EPOC, el gas torácico es sobreestimado por el incremento de la resistencia de la vía aérea. (1)

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

Av. Angamos Este N° 2520. Lima 34. Teléfono: 201-6500. Fax: 620-4991. Web: [www.inen.sld.pe](http://www.inen.sld.pe) e-mail: [postmaster@inen.sld.pe](mailto:postmaster@inen.sld.pe)



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

- **Volúmenes y capacidades pulmonares.** - Los volúmenes pulmonares estáticos se distribuyen en varios compartimentos. La suma de dos o más volúmenes pulmonares constituye una capacidad pulmonar.

Existen cuatro volúmenes y cuatro capacidades:

- Capacidad pulmonar total (TLC).
- Capacidad residual funcional (FRC).
- Capacidad vital espiratoria (VC).
- Capacidad inspiratoria (IC).
- Volumen de reserva inspiratorio (IRV).
- Volumen de reserva espiratorio (ERV).
- Volumen corriente o tidal (VT, TV).
- Volumen residual (RV).
- De todos ellos son realmente útiles clínicamente el RV, la FRC y la TLC. (1)

- **Determinación de los volúmenes estáticos y resistencias pulmonares.** - Es la determinación de los volúmenes y capacidades pulmonares que no podemos medir en una espirometría, como son el volumen residual (VR), la capacidad residual funcional (FRC) y la capacidad pulmonar total (TLC).

- **Volumen corriente (VT).** - Es el volumen de aire que es inspirado y espirado con cada ciclo durante una respiración normal.

- **Volumen residual (RV).** - Es el volumen de aire remanente en los pulmones después de una exhalación máxima.

- **Volumen de reserva espiratorio (ERV).** - Es el máximo volumen de aire que puede ser exhalado desde el nivel previo de FRC.

- **Volumen de reserva inspiratorio (IRV).** - Es el mayor volumen de aire que se puede inhalar desde un nivel previo al final de la inspiración de un ciclo respiratorio normal.

- **Capacidad inspiratoria (IC).** - es el mayor volumen de aire que se puede inspirar desde un nivel previo de FRC, corresponde a la suma del VT y el IRV.

- **Capacidad residual funcional (FRCpleth o ITGV).** - Es el volumen de aire dentro de los pulmones al final de la espiración de un ciclo respiratorio normal, corresponde a la suma del ERV y RV. Está determinada por el balance entre la retracción elástica del pulmón y el retroceso elástico de la pared del tórax mientras los músculos respiratorios se encuentran en reposo.

- **Capacidad vital (VC).** - Es el volumen máximo de aire que puede exhalarse desde capacidad pulmonar total hasta llegar a volumen residual (capacidad vital exhalatoria); o bien, inhalarse desde volumen residual hasta capacidad pulmonar total (capacidad vital inhalatoria). Corresponde a la suma de los volúmenes desplazables VT, IRV y ERV.

- **Capacidad pulmonar total (TLC).** - Es el mayor volumen de aire contenido en los pulmones después de una inspiración máxima siendo la suma de los cuatro volúmenes pulmonares.

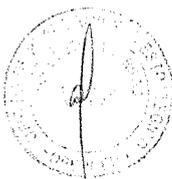
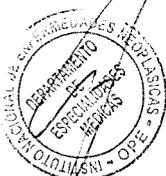
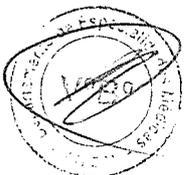
- **Resistencia específica en las vías respiratorias (sRaw).** - Es la relación entre el flujo medido en la boca y el cambio de volumen medido en la cabina durante respiración a VT.

- **Resistencia en vías respiratorias (Raw).** - Indica la presión alveolar necesaria para generar un flujo de 1 L/s, se calcula ajustando la sRAW a la FRCpleth y al VT como sigue  $Raw = sRaw / (FRCpleth + VT/2)$ ; se mide en cmH<sub>2</sub>O/L/seg.

- **Conductancia de las vías respiratorias (Gaw).** - Es el recíproco de la sRAW (1/sRAW) medida en (L/seg/cmH<sub>2</sub>O); corresponde a la conductancia. Este valor mantiene una relación lineal con el volumen.

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

Av. Angamos Este N° 2520. Lima 34. Teléfono: 201-6500. Fax: 620-4991. Web: [www.inen.sld.pe](http://www.inen.sld.pe) e-mail: [postmaster@inen.sld.pe](mailto:postmaster@inen.sld.pe)



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

- **Pletismografía. Fundamentos de la técnica.** - Se basa en la ley de Boyle-Mariotte: a temperatura constante, el volumen de un gas (V) es inversamente proporcional a su presión (P) y, por tanto, su producto permanece constante:

$$P \times V = k$$

De modo que, si hay cambios de situación de 1 a 2, se cumple que  $P1 \times V1 = P2 \times V2$ .

Habitualmente, se utiliza la medida a volumen constante, empleando cabinas herméticas de volumen conocido en las que una válvula permite interrumpir el flujo del aire a FRC. En este punto, se realizan maniobras suaves que comprimen y descomprimen el gas contenido en el tórax y se miden los cambios de presión en la cabina y en la boca (en ausencia de flujo, la presión en la boca refleja los cambios en la presión alveolar).

En estas condiciones, se mide el volumen de gas intratorácico TGV (thoracic gas volume).

Denominando:

- P1 = presión en la boca sin comprimir el tórax (igual a la presión alveolar, puesto que no hay flujo) y, por tanto, P1= P atmosférica – P de vapor de agua a 37°C, medida en cmH2O.
- P2= presión en la boca con el tórax comprimido.
- V1= volumen de gas intratorácico (TGV) a capacidad residual funcional: FRC (sin comprimir el tórax).
- V2= volumen de gas con el tórax comprimido. (1)

- **Repetibilidad.** - Es la cercanía de los valores obtenidos de mediciones sucesivas del mismo artículo realizado, sujeto a todas las siguientes condiciones: mismo método, mismo observador, mismo instrumento, misma ubicación, misma condición de uso y repetido en un espacio corto de tiempo.

- **Reproducibilidad.** - Es la cercanía de los valores obtenidos de mediciones sucesivas del mismo artículo donde las mediciones individuales se llevan a cabo con condiciones cambiadas, tales como: método de medición, observador, instrumento, ubicación, condiciones de uso y tiempo. Por lo tanto, si un técnico prueba un tema varias veces, se trata de la repetibilidad de la prueba.

**VI. SIGNIFICANCIA CLÍNICA**

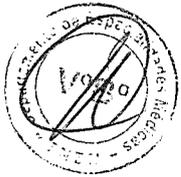
La prueba busca evaluar la función pulmonar relacionado a los volúmenes pulmonares que incluye principalmente volumen residual.

**VII. EQUIPAMIENTO****7.1 Equipos médico y biomédico:**

- Cooxímetro
- Cabina pletismográfica (Pletismógrafo): Equipo utilizado en el estudio de los volúmenes pulmonares. Son cabinas herméticas (medida a volumen constante) provistas de transductores de presión en boca (Pb) y cabina (Pc), así como de un neumotacógrafo, que debe cumplir las características estándar de cualquier espirómetro.
- Computadora e impresora
- Jeringa de calibración 3L certificada
- Tallímetro
- Báscula
- Oxímetro de pulso
- Cooxímetro

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

Av. Angamos Este N° 2520. Lima 34. Teléfono: 201-6500. Fax: 620-4991. Web: [www.inen.sld.pe](http://www.inen.sld.pe) e-mail: [postmaster@inen.sld.pe](mailto:postmaster@inen.sld.pe)



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

- Estetoscopio
- Tensiómetro
- Termómetros ambientales con una precisión de 1 °C
- Barómetro
- Higrómetro

**7.2 Accesorios y sistemas médicos para bioseguridad:**

- Filtro antibacteriano
- Sistema de presión negativa
- Sistema de inyección y extracción de aire
- Sistema de luz ultravioleta
- Acceso a lavado (lavatorio con sensor de agua)

**7.3 Mobiliario:**

- Coche metálico para el equipo y la computadora e impresora
- Escritorio
- Silla fija de metal con brazos

**VIII. SUMINISTROS****8.1 Insumos y material médico:**

- Boquillas desechables de cartón o las recomendadas por el fabricante y boquillas tipo buceo para aquellos pacientes que no logran realizar un buen selle con los labios.
- Pinzas nasales
- Guantes descartables
- Lentes de protección 3M
- Protector facial
- Mandilones descartables
- Respirador N95 con fuga menor al 10% y una eficiencia de filtrado de >95% a un flujo de 50 L/min.
- Memoria de USB
- Archivadores
- Útiles de escritorio

**IX. SERVICIOS TÉCNICOS Y BÁSICOS****9.1 Servicios Técnicos:**

Mantenimiento preventivo de equipamiento

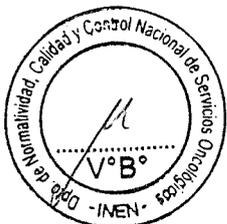
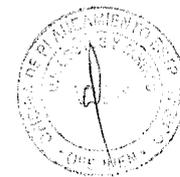
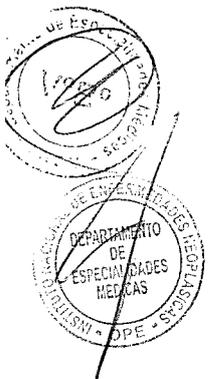
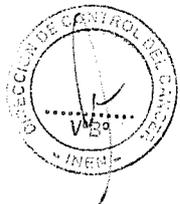
- Equipos biomédicos
- Equipos de inyección y extracción de aire
- Sistemas de presión negativa
- Equipos eléctricos

**9.2 Servicios Públicos:**

- Agua
- Luz
- Teléfono

**X. MODO OPERATIVO/ DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

El procedimiento de estudio de tolerancia pulmonar (Volúmenes Pulmonares) debe ser realizado por profesionales de la salud debidamente capacitados para cumplir sus funciones designadas para la realización de la prueba:



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**10.1 Recomendaciones para el paciente antes de la prueba:**

- Evitar fumar 2 horas antes de la prueba.
- No se recomienda el uso de prendas restrictivas de tórax o abdomen como chalecos, corsés o ropa muy apretada.
- Los pacientes deben mantener cualquier otra medicación de base.
- No se requiere de ayuno para la prueba, pero se recomienda alimentación ligera.
- Evitar ejercicio intenso antes de la prueba.

**10.2 Preparación del equipo antes de la prueba:**

- Todos los componentes (mangueras, sensores, conectores, etc.) deben estar debidamente desinfectados y deberán ser ensamblados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Previo a la calibración, es necesario introducir la presión atmosférica, temperatura y humedad relativa del aire.
- El equipo debe calentarse durante 30-40 minutos.
- Se comprobarán la ausencia de fugas y corrientes, el cierre hermético de la cabina y que la resistencia del tapón de oclusión sea mínima.

**10.3 Calibración de equipos y control de calidad:**

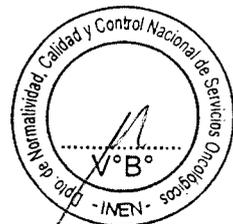
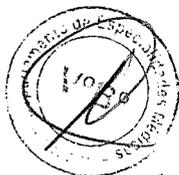
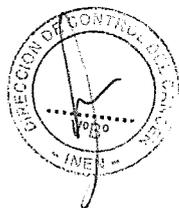
A diario, se recomienda calibrar:

- Volumen: con una jeringa de calibración de tres litros. La precisión debe ser menor del 3%.
- Presión en boca y en cabina (transductores): Se utilizará un manómetro que registre  $\pm 30$  cm H<sub>2</sub>O y una pequeña jeringa calibrada (25-50 ml). Las variaciones no deben ser mayores de  $\pm 1\%$ . Aplicando 3 cmH<sub>2</sub>O, el cambio de volumen debe ser  $< 10$  ml/min.
- Constante de tiempo. Se evalúa inyectando un volumen conocido de aire en cabina y se mide el tiempo que la señal tarda en decaer (al 37 o al 50%, según equipos).
- Este periodo no debe ser muy corto (fugas y potencial infraestimación de los volúmenes) ni muy largo (inestabilidad de la señal en cabina).
- Verificar la linealidad de los analizadores: Se introducen diferentes volúmenes y presiones y se comprueba que no originan desviaciones significativas.

**10.4 Preparación del paciente para la prueba:**

- El profesional que realiza la prueba recibe y se presenta con el paciente.
- Revisa la solicitud médica y confirma el nombre completo, la fecha de nacimiento y el número de historia clínica.
- Registra la edad en años cumplidos al día de la prueba.
- Explica al paciente el objetivo de la prueba.
- El médico neumólogo reevalúa las contraindicaciones de la prueba y si detecta alguna, comunica al médico supervisor de neumología para que se reevalúe en conjunto.
- Registra el consumo de tabaco, el ejercicio físico intenso antes de la prueba uso broncodilatadores.
- La estatura se mide de forma estandarizada, en centímetros, sin zapatos, en posición completamente erguida, talones juntos y mirando al frente. Para la medición de estatura es recomendable el uso de tallímetros.

— Para los pacientes que no puedan mantenerse de pie, o sufran de deformidad de caja torácica, se puede usar la extensión de los brazos como una estimación de la estatura. Se solicita al paciente que extienda al máximo los brazos en direcciones opuestas. Se mide la extensión entre el extremo de los dedos medios de cada mano. La estatura se estima para hombres como



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

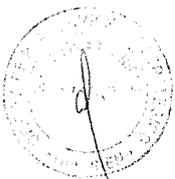
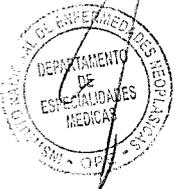
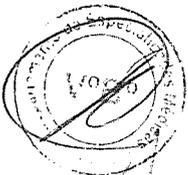
Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

extensión de brazos en centímetros dividido entre 1.03 y para mujeres dividida entre 1.01.

- h) El peso se mide en una báscula calibrada y de preferencia se registra en kilogramos en unidades cerradas al 0.5 kg más cercano.
- i) La prueba debe realizarse con el sujeto sentado.
- j) Se debe utilizar silla sin ruedas y con soporte para brazos. Se coloca al sujeto sentado con el tórax y cuello en posición recta y con ambos pies apoyados sobre el piso.
- k) Una vez que el paciente ha sido preparado para la prueba, se procede a instruir al paciente sobre el procedimiento. Se le debe explicar que se encontrará sentado (de preferencia en una silla fija y con soporte de brazos), con el tronco erguido y con la cabeza ligeramente elevada; además se le expresa que debe utilizar una boquilla y una pinza nasal.

**10.5 Maniobra de prueba de volúmenes pulmonares por el método pletismográfico:**

- a) Se instruye al sujeto o paciente realizar una inspiración profunda. Se debe mantener el período de apnea durante 20 segundos.
- b) Se explica la maniobra al paciente, que debe estar cómodamente sentado dentro de la cabina sin flexionar o extender el cuello.
- c) Hay que utilizar pinzas nasales y es recomendable una boquilla "tipo buzo" para evitar fugas.
- d) El paciente debería sujetar las mejillas con las manos para evitar cambios añadidos de presión en la boca con las maniobras respiratorias.
- e) Tras cerrar la puerta de la cabina, se espera un tiempo para que el paciente se relaje y se establezca térmicamente la cabina antes de indicarle que se introduzca la boquilla y se coloque la pinza nasal.
- f) En estas condiciones, se le solicita que respire con tranquilidad hasta que alcance un nivel estable al final de la espiración (4 a 10 respiraciones a VT que varíe menos de 100 ml).
- g) Al final de una espiración, cuando el paciente esté próximo a la FRC, se activa un interruptor que ocluye el flujo aéreo durante 2-3 segundos. Durante este cierre, se le solicita que efectúe maniobras de "jadeo suave" ( $\pm 1$  kP o 10 cm H<sub>2</sub>O, nunca más de  $\pm 2$  kP o 20,4 cm de H<sub>2</sub>O) a una frecuencia de  $\approx 60$  ciclos/min (1 Hz).
- h) Las frecuencias de jadeo mayores de 1,5 Hz pueden llevar a errores y las más bajas causan problemas con la fuga controlada del pletismógrafo.
- i) Hay que realizar una serie de 3 a 5 maniobras de jadeo satisfactorias.
- j) Tras esto, se abre el obturador del flujo aéreo y se le indica que espire profundamente hasta RV y luego inspire tranquila y profundamente hasta VC. Se aconseja medir la IC y valorar la FRC al menos cinco veces. La media de todas las FRC se suma a la IC mayor de los cinco ensayos, para obtener la TLC.
- k) Las mediciones deben contar con los siguientes criterios de repetibilidad:
  - a) Varianza menor al 5% en las maniobras de ITGV aceptables. El cálculo de la varianza se obtiene:  $[(FRC_{pleth\ mayor} - FRC_{pleth\ menor}) / FRC_{pleth\ promedio}] * 100$ .
  - b) Menos de 150 mL de diferencia entre los dos mayores valores de VC.4
- l) El registro de sRaw puede realizarse antes de la medición de FRCpleth en las respiraciones a VT donde se estabilizó el nivel de FRC; o bien, posterior a las mediciones solicitando respiración relajada a VT hasta obtener 5 curvas sRaw que sean regulares y reproducibles en análisis visual.
- m) Finalizar la prueba y solicitar al paciente que abandone la cabina.
- n) Imprimir los resultados.



**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

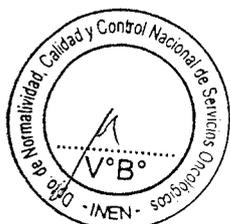
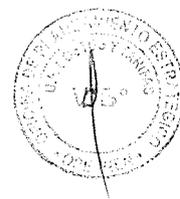
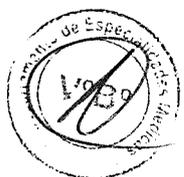
Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Guerrero-Zúñiga, S et al. "Pletismografía Corporal: Recomendaciones y Procedimiento." Neumol Cir Torax 2016, Vol. 75, No. 4: 296-307.
2. L. Puente Maestu, F. García Río, G. Peces-Barba, N. González Mangado. "Exploración funcional respiratoria." En Javier de Miguel Díez Rodolfo Álvarez-Sala Walther, editores. Manual de Neumología Clínica. 2ª ed. Madrid. 2009: Neumomadrid, Edita: ERGON: 41 – 55.
3. E. López de Santamaría, G. Peces-Barba. "Capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCO)". En Luis Puente Maestu, Coordinador "Manual SEPAR de Procedimientos. Módulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar". Barcelona. Editado por: LUZÁN 5, S. A. de Ediciones; 2002. p. 16 – 36.
4. Judd D. Fleisch, MD; and C. Jessica Dine, MD. "Lung Volumes Measurement, Clinical Use, and Coding." CHEST 2012; 142(2):506–510.
5. I. Cienfuegos Agustín y S. De La Torre Carazo. "Volúmenes Pulmonares" En: Francisco García Río y María Antonia Gómez Mendieta. Exploración Funcional Respiratoria Monografía Vol. XVIII. Madrid: Neumomadrid; 2011. p.31-44.
6. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. Eur Respir J 2005; 26: 153–161.

**XII. ANEXO**

- Anexo N° 01: Control de cambios y mejoras.





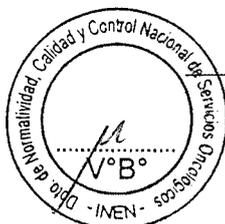
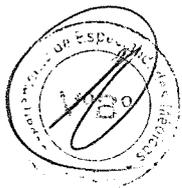
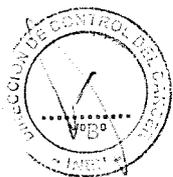
**PNT.DNCC. INEN. 113. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE ESTUDIO DE TOLERANCIA PULMONAR (VOLÚMENES PULMONARES) V.01**

Dirección de Medicina  
Departamento de Especialidades Médicas  
Equipo Funcional de Neumología

**ANEXO N° 01**

**CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS**

CONTROL DE CAMBIOS Y MEJORAS				
VERSIÓN	PÁGINA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Y MEJORA	FECHA DE ELABORACIÓN (ACTUALIZACIÓN)	AUTORIZA ELABORACIÓN (ACTUALIZACIÓN)
01	1 - 8	Se elabora PNT según DA N° 001-2019-INEN/DICON-DNCC "Lineamientos para la elaboración de Documentos Normativos en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (Resolución Jefatural N° 276-2019-J/INEN).	12/08/2020	M.C. Katherine Gutarra Chuquin



**INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS**

Av. Angamos Este N° 2520. Lima 34. Teléfono: 201-6500. Fax: 620-4991. Web: [www.inen.sld.pe](http://www.inen.sld.pe) e-mail: [postmaster@inen.sld.pe](mailto:postmaster@inen.sld.pe)