

Manual de operación de las tinas de remolino de la CLUSI

Área de Fisioterapia

Clínica Universitaria de Salud Integral

**Edith Alejandra Gamiño Ramírez- DEC-CCS
Israel Enrique Herrera Díaz -DIA - CIS
María Elena Hernández Anaya - Lic. En Fisioterapia CCS
Gustavo Magdaleno Sánchez - Ing. Agrónica - CIS**

1. Introducción.

La hidroterapia es una de las modalidades terapéuticas más antiguas utilizadas en rehabilitación física, y continúa siendo una intervención fundamental dentro del abordaje fisioterapéutico moderno. Su aplicación mediante el uso de tinas de remolino permite aprovechar las propiedades físicas del agua —como la flotación, la presión hidrostática, la resistencia y la termorregulación— para facilitar la recuperación de funciones musculoesqueléticas y neuromotoras.

Las tinas de remolino están diseñadas para generar turbulencias mediante un sistema de agitación mecánica, que permite un masaje hidrodinámico constante sobre las áreas corporales sumergidas. Esta acción combinada del agua en movimiento con la temperatura regulada no solo mejora la circulación periférica y reduce el edema, sino que también promueve la analgesia y facilita el rango de movimiento articular (Becker, 2009; Rahmann, 2010). Estas propiedades las convierten en herramientas de gran valor clínico en el tratamiento de esguinces, fracturas, contracturas musculares, artrosis, neuropatías periféricas, entre otras condiciones.

El uso terapéutico del agua también tiene implicaciones biomecánicas relevantes. Gracias al empuje hidrodinámico descrito por la Ley de Arquímedes, el peso corporal aparente disminuye al sumergirse en agua, lo que reduce la carga sobre las articulaciones y facilita la realización de movimientos que podrían resultar dolorosos en condiciones terrestres (Vitorino et al., 2013). Esta característica es particularmente útil en etapas agudas o postoperatorias, así como en poblaciones geriátricas o con sobrepeso, donde el ejercicio convencional puede estar contraindicado o limitado.

Desde un enfoque técnico, las tinas de remolino se clasifican según el segmento corporal al que están destinadas: miembro superior, miembro inferior o cuerpo completo. Esta clasificación responde a la necesidad de dosificar correctamente el volumen de agua, la temperatura, el tiempo de exposición y la intensidad del remolino en función del objetivo terapéutico. Por ejemplo, las tinas para miembro superior suelen ser más pequeñas y permiten mayor control sobre el posicionamiento del brazo, mientras que las tinas de cuerpo completo requieren precauciones adicionales debido al mayor compromiso cardiovascular (Torres-Ronda & Del Alcázar, 2014).

En términos de evidencia clínica, diversos estudios han demostrado que la aplicación de hidroterapia con tinas de remolino mejora significativamente la amplitud de movimiento, la fuerza muscular y la percepción del dolor en pacientes con patologías crónicas como la artrosis o con secuelas neurológicas (Bender et al., 2005; Goto et al., 2011). Además, se ha observado un efecto positivo sobre el estado psicológico del paciente, ya que la sensación de ingratidez, la temperatura agradable del agua y el contacto terapéutico favorecen la relajación y la adherencia al tratamiento (Torres-Ronda & Del Alcázar, 2014; Vitorino et al., 2013).

Por lo tanto, este manual de operación tiene como finalidad proporcionar a los profesionales de la salud —particularmente fisioterapeutas y estudiantes en formación— una guía clara, estructurada y basada en la evidencia científica para el uso seguro y eficaz de las tinas de remolino. Su correcta implementación no solo optimiza los

resultados clínicos en la rehabilitación de los pacientes, sino que también garantiza estándares de calidad, bioseguridad y eficiencia en la práctica terapéutica.

2. Objetivos.

Objetivo general.

Proporcionar una guía técnica, operativa y terapéutica, basada en la evidencia científica, para el uso seguro, eficaz y dosificado de las tinas de remolino destinadas al tratamiento de miembro superior, miembro inferior y cuerpo completo de la CLUSI, incorporando criterios biomecánicos como el empuje hidrodinámico y el porcentaje de inmersión, con el fin de optimizar los resultados clínicos en la rehabilitación funcional del paciente.

Objetivos específicos.

- 1) Estandarizar el uso clínico de las tinas de remolino por segmento corporal.
 - a. Determinar los parámetros operativos diferenciados para tinas de:
 - i. **Miembro superior** (hombro, codo, muñeca y mano).
 - ii. **Miembro inferior** (cadera, rodilla, tobillo y pie).
 - iii. **Cuerpo completo**, con especial atención a la tolerancia cardiovascular.
 - b. Establecer recomendaciones de temperatura, tiempo de exposición e intensidad del remolino según la región tratada.
- 2) Incorporar la dosificación terapéutica mediante el análisis del empuje hidrodinámico en función del porcentaje de llenado.
 - a. Analizar el efecto del empuje hidrodinámico sobre las articulaciones inmersas, ajustando la inmersión a 25%, 50% y 75% del llenado de la tina.
 - b. Esta dosificación permite planificar con precisión la carga articular durante ejercicios terapéuticos, lo que es especialmente útil en procesos postquirúrgicos, degenerativos o inflamatorios.
- 3) Promover la seguridad clínica y la higiene sanitaria en el uso del equipo.
 - a. Establecer un protocolo de verificación estructural, eléctrica, térmica e hidráulica antes y después de cada sesión.
 - b. Diseñar un plan de limpieza y desinfección adaptado a materiales como acero inoxidable, con productos biodegradables.
- 4) Fortalecer la formación profesional de estudiantes de fisioterapia en entornos de práctica clínica supervisada.
 - a. Fomentar el desarrollo de competencias clínicas en hidroterapia a través del uso estandarizado del equipo.
 - b. Introducir el razonamiento clínico para la toma de decisiones sobre la progresión del tratamiento con base en la intensidad del remolino, la temperatura, el tiempo y el nivel de inmersión.
- 5) Contribuir a la rehabilitación centrada en el paciente a través de la personalización del tratamiento
 - a. Integrar la percepción del paciente respecto al confort, la temperatura y la respuesta neuromuscular.

- b. Ajustar los parámetros de forma dinámica según el feedback del usuario y la evolución de su condición funcional.

3. Componentes y características de las tinas de remolino.

El diseño estructural de las tinas de remolino responde a criterios funcionales, ergonómicos y terapéuticos según el segmento corporal que se pretende tratar. En esta sección se describen los componentes y dimensiones de las tres tinas disponibles para hidroterapia en la Clínica Universitaria de Salud Integral, clasificadas según su uso clínico: cuerpo completo, miembro superior y miembro inferior.

Tina para cuerpo completo (Tina 1).

- **Propósito terapéutico:** Está diseñada para sesiones de hidroterapia generalizadas, especialmente útiles en condiciones reumatólogicas, neurológicas y postquirúrgicas que afectan múltiples segmentos. Permite inmersión hasta el nivel torácico bajo o axilar.
- **Dimensiones internas:**
 - **Largo:** 152 cm
 - **Ancho:** 61 cm
 - **Profundidad:** 46 cm
- **Capacidad estimada:** Aproximadamente 427 litros (llenado total).
- **Ventajas funcionales:**
 - Permite sesiones prolongadas con inmersión controlada hasta el 75% del cuerpo en posición de sedestación.
 - Ideal para ejercicios globales de miembros inferiores, relajación general y control postural en poblaciones adultas.
- **Observaciones técnicas:**
 - Requiere monitoreo cardiovascular en pacientes con comorbilidades.
 - El llenado al 25%, 50% o 75% permite dosificar el empuje hidrodinámico.



Tina para miembro superior (Tina 2).

- **Propósito terapéutico:** Indicada para el tratamiento de extremidad superior: mano, muñeca, codo y en algunos casos hombro, particularmente en tendinopatías, secuelas traumáticas y recuperación postquirúrgica.
- **Dimensiones internas:**
 - **Largo:** 90 cm
 -
 - **Ancho:** 60.5 cm
 - **Profundidad:** 46 cm
- **Capacidad estimada:** Aproximadamente 251 litros (llenado total).
- **Ventajas funcionales:**
 - Tamaño ideal para permitir una correcta inmersión unilateral o bilateral de los brazos.
 - Posibilita terapia pasiva (remolino), activa (movilizaciones), o asistida.
- **Observaciones técnicas:**
 - La profundidad permite cubrir la mano hasta el tercio proximal del húmero en posición semiflexionada.
 - El llenado parcial permite enfocar el tratamiento en articulaciones específicas: 25% (mano-muñeca), 50% (codo), 75% (brazo).



Tina para miembro inferior (Tina 3).

- **Propósito terapéutico:** Diseñada para el tratamiento del miembro inferior (pie, tobillo y rodilla), especialmente útil en casos de artrosis, esguinces, edemas y secuelas de fracturas.
- **Dimensiones internas:**
 - **Largo:** 66 cm
 - **Ancho:** 41.5 cm
 - **Profundidad:** 54 cm
- **Capacidad estimada:** Aproximadamente 148 litros (llenado total).
- **Ventajas funcionales:**
 - Su profundidad permite una inmersión efectiva hasta el tercio proximal del muslo.
 - Ideal para baños de contraste o remolino con fines antiinflamatorios y neuromusculares.
- **Observaciones técnicas:**
 - El llenado progresivo permite dosificar el tratamiento: 25% (pie y tobillo), 50% (tobillo-rodilla), 75% (hasta tercio proximal de muslo)
 - Al aplicar remolino con agua a 36-38 °C se obtiene vasodilatación profunda y relajación muscular.



Nota: Los cálculos de volumen fueron aproximados utilizando la fórmula $V = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{profundidad}$ (en metros cúbicos), considerando la forma de la tina.

4. Verificación de seguridad previa a su uso.

La verificación de seguridad previa al uso de las tinas de remolino constituye una etapa esencial para garantizar la integridad física del paciente, el funcionamiento óptimo del equipo y la prevención de accidentes derivados de fallas eléctricas, mecánicas o térmicas. Este protocolo debe realizarse antes de cada sesión terapéutica, independientemente del tipo de tina utilizada (miembro superior, miembro inferior o cuerpo completo), y debe ser ejecutado por personal capacitado.

La literatura en fisioterapia destaca que los riesgos asociados al uso de hidroterapia en inmersión incluyen descargas eléctricas, quemaduras térmicas, contaminación microbiológica y lesiones por caídas o deslizamientos (Becker, 2009; Geytenbeek, 2002). Por lo tanto, la prevención mediante inspecciones sistemáticas resulta una práctica clínica obligatoria.

I. Verificación de las conexiones eléctricas.

Las tinas de remolino están equipadas con motores para generar agitación o remolino y sistemas de calefacción. Por ello, se debe realizar una revisión exhaustiva de:

- **Cables de alimentación:** no deben presentar cortes, peladuras, zonas expuestas ni empalmes inseguros.
- **Enchufes y contactos:** deben estar en buen estado, firmes, sin signos de sobrecalentamiento o corrosión.
- **Interruptores de encendido:** revisar que activen correctamente el sistema sin generar ruidos extraños, chispas o inestabilidad en el flujo de energía.
- **Sistema de puesta a tierra:** asegurarse de que el equipo esté conectado a tierra física para prevenir riesgos de descarga eléctrica.

II. Comprobación del nivel y calidad del agua.

La presencia de agua en condiciones apropiadas es indispensable tanto por razones terapéuticas como sanitarias:

- **Nivel adecuado:** verificar que el nivel de agua programado para la sesión (25%, 50% o 75% de profundidad según el objetivo) sea suficiente para cubrir el segmento a tratar, sin riesgo de rebose.
- **Claridad y olor del agua:** el agua debe estar clara, sin sedimentos ni espuma, y sin olores extraños que indiquen contaminación.
- **Ausencia de residuos o materiales peligrosos:** asegurarse de que no haya restos de material curativo, objetos metálicos, gasas o cualquier contaminante físico.

Nota clínica: la Organización Mundial de la Salud recomienda cambiar el agua de forma periódica y aplicar protocolos de desinfección con base en hipoclorito, peróxido o agentes compatibles con el acero inoxidable (OMS, 2006).

III. Revisión de la temperatura del agua.

El control térmico es crítico para evitar quemaduras o reacciones vasovagales. Se debe:

- Encender el sistema térmico de calentamiento del agua y verificar su funcionamiento continuo.
- Usar un termómetro digital externo para confirmar la temperatura real del agua.

- Temperatura terapéutica recomendada:
 - 36-38 °C para relajación muscular y analgesia.
 - 34-36 °C en condiciones cardiovasculares o para sesiones prolongadas.
 - 30-32 °C en pacientes con intolerancia térmica o enfermedades neurológicas (Torres-Ronda & Del Alcázar, 2014).

Precaución: en pacientes con diabetes, neuropatía o alteración sensitiva, disminuir la temperatura para evitar quemaduras no percibidas.

IV. Inspección estructural de la tina.

Se debe examinar de forma visual y táctil el estado físico del equipo:

- Superficies internas: libres de grietas, óxido, rebabas o puntos cortantes.
- Válvulas y desagües: operativos, sin fugas ni bloqueos.
- Bordes: deben ser antideslizantes y estar firmemente anclados.
- Estabilidad de la tina: corroborar que la tina esté colocada sobre una superficie nivelada y segura.

Tina 1 (cuerpo completo): se debe verificar doblemente el nivel de seguridad estructural por el mayor volumen de agua y la inmersión generalizada.

V. Comprobación del sistema de agitación o remolino.

El sistema de remolino debe ser verificado antes del ingreso del paciente:

- Encender brevemente sin paciente para confirmar funcionamiento.
- Evaluar uniformidad del movimiento del agua en la tina.
- Revisar ruidos anormales o vibraciones excesivas del motor.
- Regular intensidad (si el sistema lo permite) según indicación terapéutica.

Dosificación segura: el remolino debe proporcionar una estimulación confortable, sin generar turbulencias que pongan en riesgo la estabilidad o causen ansiedad en el paciente (Bender et al., 2005).

VI. Preparación del entorno terapéutico.

El área de hidroterapia también debe cumplir condiciones de seguridad:

- Piso seco y antideslizante.
- Toallas, escalones o rampas disponibles para el ingreso/egreso del paciente.

- Accesibilidad universal: barandales, sillas y espacio suficiente para maniobras seguras.
- Presencia de personal capacitado durante toda la sesión.

VII. Registro de verificación

Todo el proceso de verificación debe documentarse en una bitácora de uso clínico, incluyendo:

- Fecha y hora de verificación.
- Parámetros revisados.
- Resultados (✓ / X).
- Nombre del responsable.
- Observaciones correctivas si se detectaron anomalías.

VIII. Sugerencias de llenado.

El llenado adecuado de las tinas de remolino no solo condiciona la seguridad del paciente y la eficiencia del tratamiento, sino que determina de forma directa la magnitud y distribución del empuje hidrodinámico, que es esencial para alcanzar los efectos deseados en la rehabilitación fisioterapéutica. La presente sección integra los hallazgos de modelación computacional y pruebas *in situ* para establecer recomendaciones prácticas de llenado en función de la tina utilizada, la articulación objetivo y el objetivo terapéutico (descarga, estimulación o estabilización articular).

1. Principios técnicos para la dosificación por llenado.

Los efectos terapéuticos del agua en movimiento dependen de tres factores clave:

- Profundidad de inmersión, expresada como porcentaje del volumen útil de la tina (25%, 50%, 70%, 100%).
- Velocidad media del flujo, relacionada con la potencia de la bomba y la geometría de la tina.
- Segmento corporal tratado, cuya área frontal y coeficiente de arrastre determinan la intensidad del empuje.

Según los datos obtenidos, los valores óptimos de llenado se sitúan entre el 30% y 90% del volumen total, dependiendo del segmento, y los mayores empujes se logran cuando el agua alcanza directamente el punto articular deseado, especialmente en segmentos con mayor área como la rodilla y el codo.

2. Recomendaciones de llenado por tipo de tina.

Tina 1 - Cuerpo completo

- **Diseño:** uso global, terapias sistémicas o para cadera, rodilla y tobillo.
- **Capacidad:** 427 litros aprox.

Articulación	% de llenado sugerido	Nivel de agua aprox.	Velocidad promedio (m/s)	Aplicación clínica
Tobillo	30–40%	14–18 cm	0.47–0.50	Descarga articular, estimulación propioceptiva
Rodilla	60–70%	27–32 cm	0.10–0.21	Estimulación muscular, control de edema
Cadera	80–90%	36–42 cm	0.05–0.06	Movilización activa o pasiva, estabilización pelvifemoral

Recomendación: evitar llenado completo (100%) sin monitoreo, ya que puede comprometer la estabilidad lumbar en pacientes con alteraciones posturales o cardiovasculares.

Tina 2 - Miembro superior

- **Diseño:** rehabilitación de muñeca y codo.
- **Capacidad:** 251 litros aprox.

Articulación	% de llenado sugerido	Nivel de agua aprox.	Velocidad promedio (m/s)	Aplicación clínica
Muñeca	20–30%	9–14 cm	0.70–1.08	Estimulación sensorial fina, analgesia
Codo	40–50%	18–23 cm	0.06–0.17	Reeducación del movimiento, descarga asistida

Observación: la alta velocidad registrada para muñeca requiere dosificación progresiva. Iniciar con 20% y aumentar según tolerancia.

Tina 3 - Miembro inferior (tobillo y rodilla).

- **Diseño:** tina más profunda, ideal para extremidades distales.
- **Capacidad:** 148 litros aprox.

Articulación	% de llenado sugerido	Nivel de agua aprox.	Velocidad promedio (m/s)	Aplicación clínica
Tobillo	30–40%	16–22 cm	0.27–0.35	Activación articular post-esguince, control inflamatorio
Rodilla	100%	48 – 53 cm	0.08–0.10	Reentrenamiento motor, ejercicios resistidos asistidos

Nota clínica: en esta tina se detectaron los valores más bajos de velocidad media, lo cual favorece su uso en etapas agudas o en pacientes con hipersensibilidad.

3. Guía de aplicación según objetivo terapéutico.

Objetivo terapéutico	Porcentaje sugerido de llenado	Notas
Analgesia/relajación	30–50%	Ideal para primeras sesiones y procesos inflamatorios
Estimulación muscular	50–70%	Favorece el trabajo activo y resistido
Estabilización articular	70–90%	Útil en cadera y rodilla para control de la base de apoyo
Movilidad global	90–100%	Solo en tina 1 y bajo supervisión directa

4. Consideraciones finales

- El llenado debe realizarse progresivamente mientras se monitorea la respuesta del paciente.
- Se recomienda documentar el nivel de llenado utilizado en la bitácora terapéutica, incluyendo el porcentaje y el nivel articular alcanzado.

- Para efectos didácticos y de control clínico, el llenado puede visualizarse en la interfaz LabVIEW desarrollada por el equipo de investigación, que calcula automáticamente el empuje ejercido según los parámetros ingresados

Referencias.

Becker, B. E. (2017). Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R*, 9(9S), S3-S12. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.02.012>

Celleri, D., Fuentes, C., & Calero, R. (2023). CFD modeling of turbulent flows in rehabilitation pools for elderly patients. *Journal of Biomechanical Engineering*, 145(9). <https://doi.org/10.1115/1.4056721>

Herrera Díaz, I. E., Gamiño Ramírez, E. A., Magdaleno Sánchez, G., & Hernández Anaya, M. E. (2025). Modelación numérica y experimental del empuje hidrodinámico de las tinas de remolino de la CLUSI. XXX Verano de la Ciencia, Universidad de Guanajuato.

Perry, E., Zhang, B., & Tao, Y. (2020). Simulation of water flow and body interaction in physical rehabilitation pools. *Journal of Fluids Engineering*, 142(11), 111305. <https://doi.org/10.1115/1.4048043>

Torres-Ronda, L., & Del Alcázar, X. S. (2015). The properties of water and their applications for training. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 97-110. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0111>