

# De la era soluble a la insoluble: la evolución de las barreras cutáneas hidrocoloides a través de los polímeros superabsorbentes

## RESUMEN

Existen muchas barreras cutáneas hidrocoloides (HSB) disponibles para pacientes ostomizados, lo que dificulta determinar las diferencias entre los productos y opciones de estomía. Una forma de clasificar los distintos tipos de HSB es según los materiales utilizados en su formulación. En este artículo, clasifico las HSB (tradicionales, con infusión, insolubles) en función de sus materiales. En concreto, me centro en el uso del polímero superabsorbente (SAP) en las HSB, mediante la evaluación de su capacidad de manejo de fluidos y propiedades de durabilidad. Este análisis se llevó a cabo comparando tres productos distintos de HSB de dos empresas diferentes. Los resultados muestran diferencias en el rendimiento de dos tipos distintos de SAP, soluble e insoluble (iSAP). Además, demuestro cómo la formulación con iSAP puede optimizarse mediante una propiedad adicional, como el equilibrio del pH, para crear una formulación de HSB definida como iSAP+.

**Palabras clave** producto para estomía, barrera cutánea hidrocoloide, polímero superabsorbente, clasificación

**Como referencia** Defante AP. The soluble to the insoluble era: the evolution of hydrocolloid skin barriers through super-absorbent polymers. WCET® Journal. 2025;45(3)28-36.

**DOI** <https://doi.org/10.33235/wcet.45.3.28-36>

## ABREVIATURAS

**CMC** – carboximetilcelulosa

**FAC** – capacidad de absorción de líquidos

**GATS** – prueba de absorción gravimétrica

**HSB** – barrera cutánea hidrocoloide

**iSAP** – polímero superabsorbente insoluble

**iSAP+** – una formulación de HSB compuesta por un polímero superabsorbente insoluble con capacidad tamponadora de pH

**KOH** – hidróxido de potasio

**MARSI** – lesión cutánea periestomal relacionada con adhesivos médicos

**PMASD** – daño cutáneo asociado a la humedad periestomal

**PSC** – complicaciones cutáneas periestomales

**SAP** – polímero superabsorbente

**TEWL** – pérdida de agua transepidermica

## INTRODUCCIÓN

Vivir con una estomía presenta numerosos desafíos, y mantener una piel periestomal saludable es uno de los más importantes. Las complicaciones cutáneas periestomales (PSC) contribuyen significativamente al malestar, fugas del dispositivo y disminución de la calidad de vida. La incidencia reportada de PSC varía entre el 36% y el 73%<sup>1</sup>, y una encuesta realizada en 13 países con 4227 personas ostomizadas reveló que el 73% experimentó una PSC dentro de los seis meses.<sup>2</sup>

Estos datos destacan la necesidad de cuidados preventivos proactivos, apoyo oportuno por parte de enfermería especializada en estomaterapia y una selección de barreras cutáneas basada en la evidencia.

Existen dos mecanismos principales que generan la mayoría de las PSC: la lesión cutánea periestomal relacionada con adhesivos médicos (MARSI) y el daño cutáneo asociado a la humedad periestomal (PMASD).<sup>3,4</sup>

La MARSI ocurre cuando los adhesivos de los productos para estomía se adhieren con más fuerza a la piel que la cohesión entre las propias células cutáneas.<sup>3</sup> Esto puede provocar desprendimiento de la piel, ampollas y desgarros. La retirada repetida de las barreras cutáneas puede eliminar capas microscópicas de la piel, alterando el estrato córneo y dejándolo vulnerable a daños adicionales.

La PMASD se desarrolla cuando la humedad, ya sea por sudoración, pérdida de agua transepidermica (TEWL) o efluente del estoma (fecal o urinario), entra en contacto con la piel.<sup>4</sup> La capa más externa de la epidermis, el estrato córneo, mantiene un pH ácido de aproximadamente cuatro, formando una película ácida que protege la integridad cutánea y actúa como defensa frente a bacterias e irritantes. Sin embargo, el efluente del estoma es alcalino (pH ~8) y contiene enzimas digestivas que alteran esta película ácida, elevan el pH de la piel y dañan la epidermis, lo que finalmente conduce a PSCs.<sup>5</sup>

Un aspecto central en el cuidado ostomal actual es la evolución de las barreras cutáneas hidrocoloides (HSBs), diseñadas para proteger y preservar la integridad cutánea. Las HSBs están formuladas para gestionar fluidos y ofrecer propiedades adhesivas mediante la incorporación de hidrocoloides, incluidos,

**Adrian P Defante**, PhD

Científico Principal de Innovación Disruptiva

Hollister Inc., EE.UU.

Correo electrónico [adrian.defante@hollister.com](mailto:adrian.defante@hollister.com)

más recientemente, los polímeros superabsorbentes (SAP). Los SAPs son capaces de absorber y retener cantidades significativas de fluido. Estos materiales ofrecen una protección mejorada contra el daño cutáneo inducido por la humedad. Al gestionar eficazmente la humedad excesiva y favorecer una hidratación cutánea óptima, las barreras hidrocoloides con polímeros superabsorbentes (SAP) prometen mejores resultados clínicos, una menor incidencia de PSCs y una mejor experiencia general del paciente.

El rendimiento de estos materiales absorbentes desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la salud cutánea periestomal. Los SAPs han sido un material fundamental en la formulación de hidrocoloides cutáneos.<sup>6,7</sup> Estos polímeros son capaces de absorber grandes cantidades de fluido, de 30 a 1000 veces su peso. En general, los SAPs tienen la capacidad de absorber fluido, pero existen diferencias en la velocidad de absorción, la capacidad y la solubilidad dependiendo del tipo de SAP. Aprovechar estas diferencias materiales ha llevado al desarrollo de distintos tipos y generaciones de HSBs. Este artículo clasifica las HSBs según el origen, la capacidad y la solubilidad del tipo de SAP, y compara sistemáticamente sus propiedades en cuanto al manejo de fluidos, durabilidad y salud cutánea. Al vincular la ciencia de los polímeros con el rendimiento clínico, nuestro objetivo es fundamentar la selección de barreras en la evidencia y fomentar la innovación continua en la tecnología para estomías.

## MATERIALES EN LAS BARRERAS CUTÁNEAS HIDROCOLOIDES

### Los inicios de las soluciones materiales para el cuidado de estomías

George Deppy, la Reina Carolina de Brandeburgo-Ansbach y Margaret White figuran entre las primeras personas documentadas que vivieron con una estomía.<sup>8</sup> En ausencia de productos especializados, las opciones para manejar el efluente estomal eran extremadamente limitadas. Desde el siglo XVIII hasta la década de 1940, las personas solían recurrir a dispositivos improvisados para recolectar desechos, como paños, recipientes metálicos, bolsas o esponjas, sujetos con bandas elásticas.<sup>9-11</sup>

Uno de los primeros materiales poliméricos utilizados para la adherencia cutánea en el cuidado de estomías fue la goma karaya, un polímero natural derivado de la savia del árbol *Sterculia urens*. Originalmente utilizada en fijadores de dentaduras, la goma karaya fue introducida en el cuidado de estomías en 1952 por el Dr. Rupert Turnbull, considerado a menudo el padre de la terapia enterostomal.<sup>12-14</sup> Turnbull reconoció sus propiedades absorbentes como beneficiosas para manejar el efluente estomal. Sin embargo, la escasa adherencia cutánea de la karaya requería que se combinara con otros materiales poliméricos (CMC), Poli (copolímero de metil vinil éter y anhídrido maleico), poliisobutileno) para ser eficaz.<sup>12</sup>

La creciente disponibilidad de polímeros sintéticos, impulsada por la producción en masa a mediados del siglo XX, permitió el desarrollo de materiales más avanzados y fiables. Esta innovación marcó un punto de inflexión en el desarrollo de las HSBs, diseñadas específicamente para satisfacer las

necesidades de las personas ostomizadas. Algunos de los primeros ejemplos de formulaciones de HSB que utilizaban polímeros sintéticos, como Stomahesive™, aparecieron en la década de 1970.<sup>15,16</sup>

La Figura 1 muestra la evolución de la tecnología para estomías. Las soluciones para vivir con un estoma consistían en remedios caseros utilizando materiales disponibles que no estaban destinados al cuidado de estomías. Actualmente, el diseño de la tecnología para estomías consiste principalmente en una HSB y un sistema de recolección de efluentes. La aplicación de polímeros ha transformado fundamentalmente el desarrollo de la tecnología para estomías, permitiendo a científicos e ingenieros diseñar materiales con funciones específicas.

### Polímeros en la formulación de barreras

Los dos atributos principales del rendimiento de una barrera para estomía son la adherencia a la piel para soportar el sistema de recolección y la gestión de fluidos corporales, especialmente la absorción. Para lograr este rendimiento, las HSBs están compuestas por una mezcla de polímeros hidrofóbicos e hidrofílicos. Los polímeros hidrofóbicos son aquellos que tienen baja afinidad por el agua. Principalmente proporcionan adherencia a la piel y durabilidad durante su uso. El poliisobutileno, los copolímeros en bloque de estireno y los polímeros elásticos son ejemplos de polímeros hidrofóbicos utilizados en la formulación de HSBs.<sup>7,17</sup> Los polímeros hidrofílicos son aquellos que presentan alta afinidad por el agua. Estos proporcionan a la HSB la capacidad de absorber el efluente estomal y controlar la humedad cutánea. La mayoría de los polímeros utilizados provienen de fuentes naturales, como la savia de árboles, la pulpa de madera o las cáscaras de frutas. La goma karaya, la CMC y la pectina son ejemplos específicos de polímeros hidrofílicos empleados en las HSBs.<sup>6,7,17</sup>

### Polímeros superabsorbentes

Los polímeros hidrofílicos utilizados en las HSBs también pueden denominarse polímeros superabsorbentes (SAPs). Los SAPs pueden clasificarse según su origen, capacidad de absorción de fluidos o solubilidad. La Figura 2 muestra las propiedades materiales de dos SAPs: CMC y poliacrilato de sodio, demostrando que ambos pueden absorber grandes cantidades de fluido en relación con su peso. Los SAPs utilizados en el cuidado de estomías pueden derivarse de fuentes naturales mencionadas anteriormente o producirse sintéticamente. El poliacrilato de sodio, el alcohol polivinílico, la polivinilpirrolidona y el anhídrido maleico de etileno son ejemplos de SAPs sintéticos.<sup>18</sup>

Los dos fluidos utilizados para las pruebas—agua y solución salina al 0,9%—representan el rango de fuerza iónica o salinidad que puede encontrarse en el efluente del estoma.<sup>19</sup> La CMC absorbe grandes cantidades de agua y el tipo de fluido no influye en su capacidad de absorción. El poliacrilato de sodio absorbe más agua que solución salina. Esto se debe a que los iones presentes en la solución salina interfieren con la capacidad de los SAP para unirse a las moléculas de agua, reduciendo su capacidad de absorción. Por lo tanto, la CMC tiene una menor capacidad y rango de absorción de fluidos en comparación con el poliacrilato de sodio. Los SAPs también

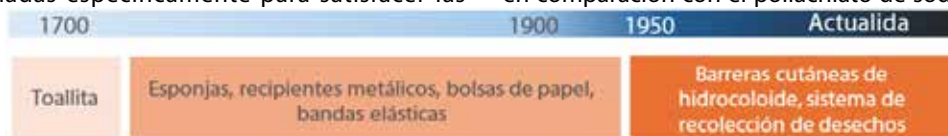


Figura 1. La evolución de las tecnologías de cuidado en estomía.

pueden clasificarse según la solubilidad. A partir de estos resultados, los SAPs pueden caracterizarse por su capacidad de absorción de fluidos y versatilidad.

Los SAPs pueden clasificarse según su solubilidad. La solubilidad es la capacidad de un polímero para disolverse en un fluido. Los SAPs solubles pueden disolverse, mientras que los SAPs insolubles (iSAPs) no lo hacen. Esto se debe a los enlaces cruzados químicos de los iSAPs, los cuales impiden su disolución. La Figura 3 muestra la diferencia visual entre SAPs solubles e insolubles cuando se dispersan en un fluido. La turbidez [por ejemplo, aspecto nublado o lechoso] del poliacrilato de sodio indica que se trata de un iSAP.

En cambio, la claridad del fluido con CMC indica que este polímero se disuelve en el líquido. Las diferencias en la cantidad de fluido que absorben estos materiales y en si se disuelven o no (solubilidad) revelan las diferencias en el rendimiento de los polímeros superabsorbentes. Los diferentes tipos de barreras cutáneas hidrocoloideas se formulan en función de las variaciones en estas propiedades materiales, como la capacidad de absorción y la solubilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Materiales:** Se evaluaron tres marcas diferentes de HSBs: Nova™ y TRE™ (fabricadas por Dansac A/S) y SenSura Mio™ (fabricada por Coloplast A/S). Para tener en cuenta la variabilidad del rendimiento y la fabricación, se analizaron tres lotes de producción de cada marca.

El estudio seleccionó HSBs diferenciadas por tipo de SAP para realizar comparaciones dentro de una misma marca y entre dos marcas diferentes. Esto permitió comparar los mismos materiales dentro de una misma marca y también entre dos marcas diferentes. También se permitió la comparación entre dos materiales diferentes de marcas distintas.

### Métodos

**Prueba de absorción gravimétrica (GATS):** Se colocaron 50 mg de polvo polimérico sobre una frita de vidrio. El fluido se hizo pasar a través de la frita desde un depósito conectado a una balanza. A medida que se producía la absorción, se monitorizaban los cambios en el peso del fluido para evaluar la tasa de absorción.

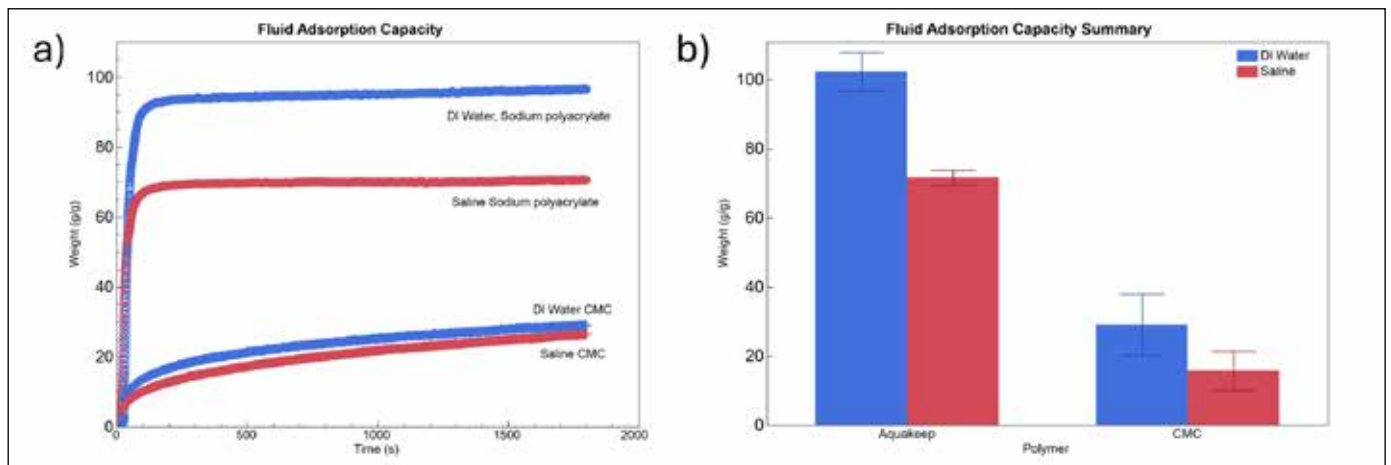


Figura 2. Mediciones de capacidad de absorción de fluidos que muestran el comportamiento de absorción de: a) dos fluidos, y b) el resumen de la capacidad de absorción para dos polímeros diferentes.

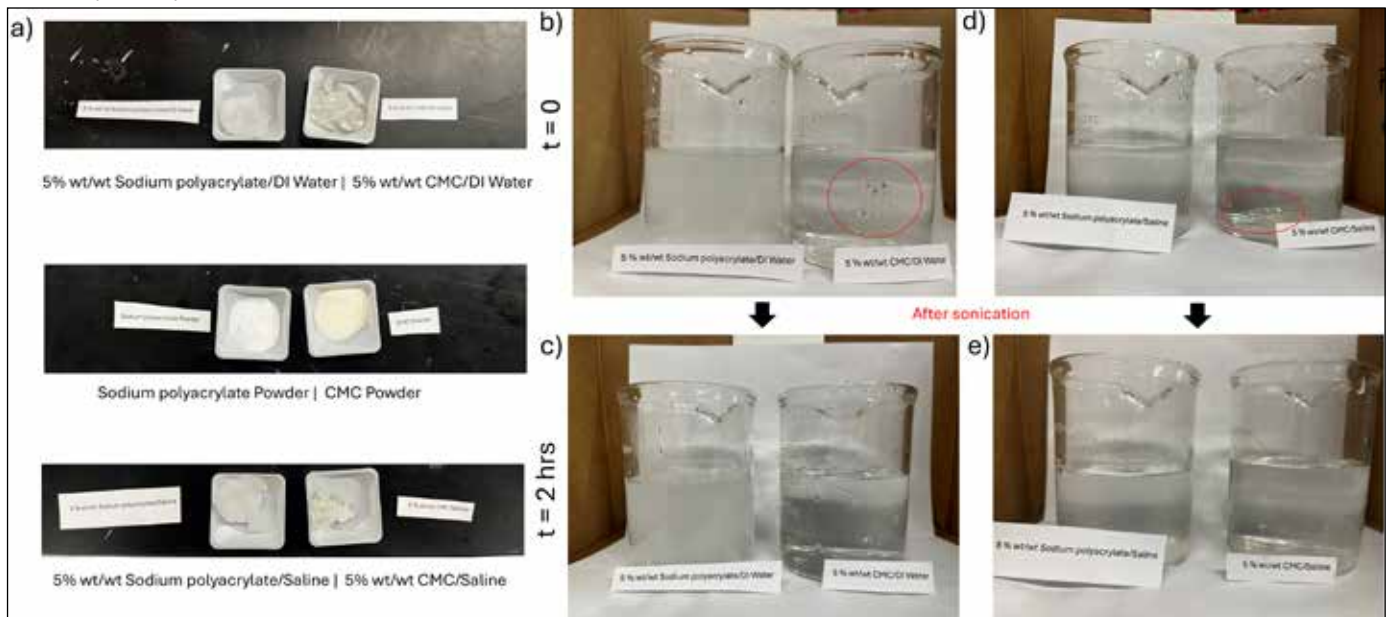


Figura 3. a) Forma seca y húmeda de los polímeros superabsorbentes; b) Representación visual del comportamiento de disolución entre un polímero superabsorbente soluble e insoluble.

**Tasa de absorción superficial y sequedad superficial:** Para medir la velocidad de absorción de fluido, se aplicó una gota de 100 µL en el lado adhesivo de un disco de prueba de 20 mm de diámetro (el lado diseñado para estar en contacto con la piel). La película posterior de la barrera se colocó hacia abajo sobre una superficie nivelada. La gota era intencionalmente más grande que el área superficial del disco.

Las barreras se pesaron junto con sus láminas protectoras antes de la aplicación del fluido. Las láminas protectoras también se pesaron tras su retirada. Las pruebas se realizaron bajo condiciones controladas (temperatura: 21–25°C; humedad relativa: 30–50%).

Se capturó una imagen de la gota cada cinco minutos durante 60 minutos utilizando una cámara JAI Go-5100C con lente FUJINON HF12.55A-1. Después de 60 minutos, se colocó papel de filtro Whatman 1 sobre el disco para absorber cualquier fluido restante en la superficie de la barrera. Se colocó un peso de 100 gramos sobre el papel de filtro durante 60 segundos para asegurar una presión constante.

La altura de la gota se midió utilizando el software ImageJ. La tasa de absorción del fluido se calculó como el cambio porcentual en el tamaño de la gota a lo largo del tiempo.

El volumen de fluido absorbido por la barrera se calculó como el cambio diferencial en la muestra de prueba:  $m_{\text{absorbido}} - m_{\text{seco}} - m_{\text{lámina}}$ .

El volumen de fluido restante en la superficie se calculó como el cambio diferencial en el peso del papel de filtro:  $m_{\text{absorbido}} - m_{\text{seco}}$ .

**Capacidad de absorción de fluido:** La capacidad de absorción de fluido se midió conforme a la norma ISO 12505-1:2014. En resumen, se pesó un disco del material de prueba antes y después de su exposición a un depósito de fluido. Las muestras se colocaron en una cámara ambiental a 37°C durante 24 horas para simular las condiciones de temperatura corporal. Tras la incubación, se eliminó el exceso de fluido de las muestras durante 15 minutos antes de registrar su peso final. La diferencia de peso antes y después de la exposición representó la capacidad de absorción de fluido del material.

**Índice de hinchamiento:** El índice de hinchamiento se determinó midiendo el cambio en la altura de la barrera antes y después de 24 horas de exposición al fluido (prueba de absorción).

**Tasa de erosión:** La tasa de erosión (mg/h) se calculó midiendo el cambio de peso de cada muestra antes y después de 24 horas de exposición a gotas de fluido en caída, administradas a una velocidad de 3,1 mL/min. El tamaño de las gotas se controló utilizando boquillas de punta roma de calibre 22 GA, con un flujo regulado mediante presión hidrostática constante por gravedad. El área de prueba tenía un diámetro de 13 mm, y el grosor de la barrera variaba según el fabricante. Todas las muestras se acondicionaron en un desecador durante un mínimo de dos horas antes de la prueba.

**Valoración de pH:** Se utilizó un valorador Mettler Toledo T50 con electrodo DGI115-SC para medir el valor ácido. Cada muestra de barrera de 25mm de diámetro se colocó en 50mL de solución salina al 0.9% en un vaso de precipitados. Se registró el peso inicial de la muestra y se ingresó en el equipo. Tras equilibrarse a 37°C durante 24 horas, la solución fue

valorada con hidróxido de potasio (KOH) 0.1 N hasta alcanzar un pH neutro de siete. El valorador registró el volumen de KOH consumido, el valor ácido (mg KOH/g de muestra) y el pH inicial.

**Análisis de datos:** Los datos se resumieron utilizando estadísticas descriptivas estándar para variables continuas (como medias y desviaciones estándar). Todas las barras de error en los gráficos representan  $\pm 1$  desviación estándar respecto a la media. Los patrones temporales se evaluaron mediante análisis de tendencias lineales y sublineales, siendo este último modelado como una función raíz cuadrada del tiempo, para evaluar los cambios a lo largo del tiempo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La función principal de una barrera cutánea hidrocoloide (HSB) es proporcionar adherencia a la piel y gestionar los fluidos. Este estudio se centró específicamente en la gestión de fluidos facilitada por los SAPs dentro de la barrera. No se evaluó el rendimiento de adherencia, ya que los polímeros hidrofóbicos influyen principalmente en este aspecto. Este artículo compara la gestión de fluidos, la durabilidad y el potencial para favorecer la salud cutánea avanzada en tres adhesivos cutáneos hidrocoloides formulados con dos tipos diferentes de SAPs.

### Gestión de fluidos

La gestión de fluidos se refiere a la capacidad de una HSB para retirar fluido de una interfaz, como la piel, y a la cantidad de fluido que puede retener.

La Figura 4 muestra la tasa de absorción de una gota de fluido sobre una barrera hidrocoloide durante 60 minutos, simulando la eliminación de fluido de la superficie cutánea. Los patrones de absorción difieren notablemente entre agua y solución salina. Para evaluar la tasa de absorción, se aplicó un modelo lineal, donde las pendientes negativas más pronunciadas indicaban una absorción más rápida. Para evaluar la tasa de absorción de agua en las barreras TRE, se utilizó un modelo de difusión de Fick. Los resultados demostraron que TRE presentó la tasa de absorción más alta entre todas las HSBs y fluidos evaluados.

En las tres barreras hidrocoloides, el agua se absorbió más rápidamente que la solución salina. Esta diferencia puede atribuirse a la fuerza iónica de la solución salina, que limita la unión del agua con el SAP, ralentizando así la absorción.<sup>20</sup> Entre las HSBs, Sensura Mio y Nova mostraron tasas similares tanto para solución salina como para agua, mientras que la barrera TRE presentó una absorción notablemente más rápida del agua que de la solución salina. Esta diferencia sugiere que la barrera TRE ofrece mayor versatilidad en la gestión de fluidos con distintas fuerzas iónicas, como los excretados comúnmente por un estoma, mejorando su capacidad para eliminar eficazmente la humedad de la superficie cutánea.

La Figura 5 muestra la cantidad de fluido residual que queda en la superficie después de 60 minutos de absorción en la barrera hidrocoloide. Esto complementa los datos sobre la tasa de absorción presentados en la Figura 4, ya que una absorción más rápida se espera que resulte en menos fluido restante en la interfaz piel-barrera. La Figura 5b confirma que el volumen de fluido se conservó en todos los sistemas evaluados.

En el caso del agua, se observó que la barrera TRE absorbe la mayor cantidad, dejando la menor cantidad de fluido residual

en la superficie. Nova y Sensura Mio muestran una absorción progresivamente menor de agua. Para la solución salina, la barrera Nova deja menos fluido en la superficie que las barreras TRE y Sensura Mio. Cabe destacar que, tras 60 minutos, la barrera Sensura Mio absorbió la menor cantidad de ambos fluidos. Los resultados de superficie seca al tacto para la barrera TRE sugieren que esta HSB elimina eficazmente una gama más amplia de fluidos con distintas fuerzas iónicas en la interfaz piel-barrera.

La Figura 6 muestra la cantidad de fluido absorbido por cada barrera hidrocoloide tras 24 horas. Esta prueba se centró en la capacidad de absorción de fluido dentro de la barrera al ser expuesta a un entorno saturado de fluido. Sensura Mio absorbió cantidades similares de agua y solución salina, lo que indica un rendimiento independiente del tipo de fluido. En cambio, ambas barreras Nova y TRE mostraron una absorción dependiente del fluido. Nova absorbió aproximadamente un 20% más de solución salina que de agua, mientras que la

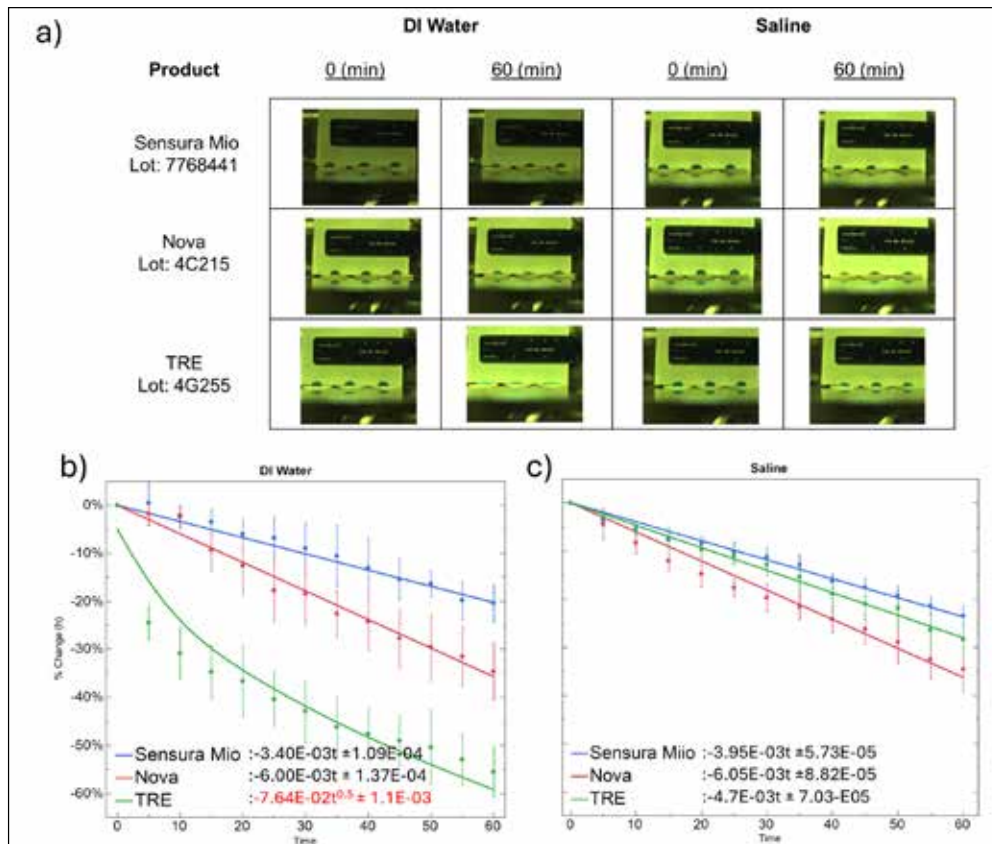


Figura 4. a) Comportamiento de absorción de gotas de fluido sobre tres barreras cutáneas hidrocoloides distintas a los 0 y 60 minutos. b) y c) % de cambio en la altura de la gota a lo largo del tiempo, con resumen de las tasas de absorción. Todas las barreras cutáneas hidrocoloides siguen un comportamiento lineal, excepto TRE.

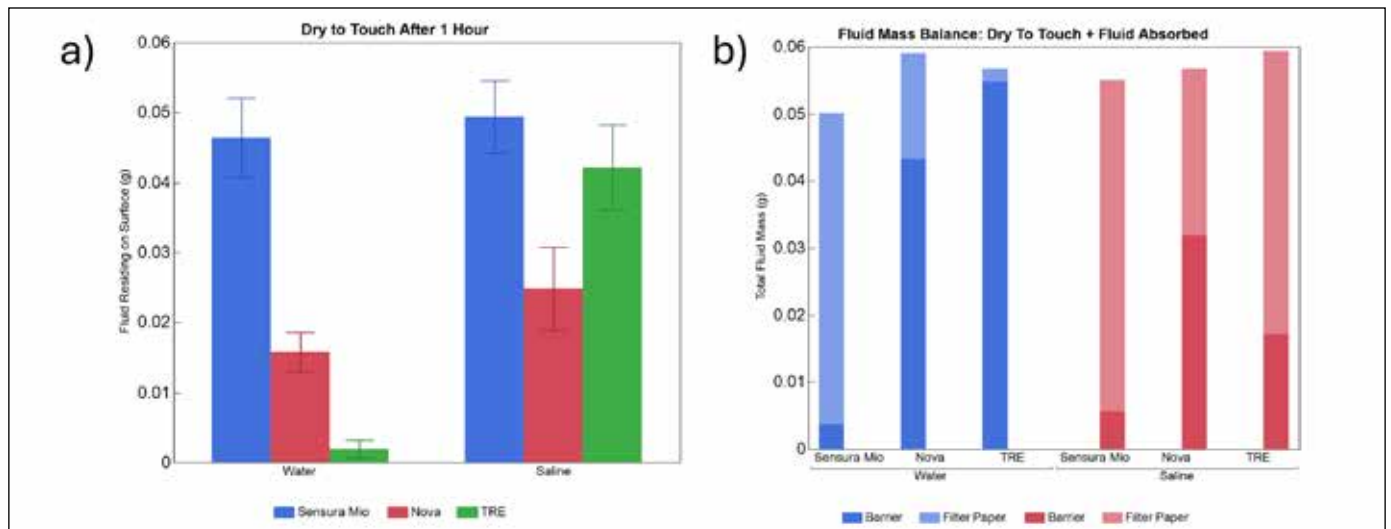


Figura 5. a) Mediciones de sequedad al tacto que caracterizan la cantidad de fluido residual en la superficie tras 60 minutos. b) Balance de masa del fluido absorbido y no absorbido.

barrera TRE absorbió aproximadamente un 240% más de agua que de solución salina. Tanto Nova como TRE absorbieron ligeramente más solución salina que Sensura Mio, pero la barrera TRE presentó la mayor absorción total de agua entre todas las HSBs evaluadas.

La Figura 6c muestra el índice de hinchamiento de cada barrera. Una barrera hinchada ofrece una señal física de que el fluido está siendo absorbido y retenido dentro de la barrera. Sensura Mio y Nova mostraron un comportamiento de hinchamiento similar en ambos fluidos, en línea con sus perfiles de absorción consistentes. La barrera TRE, sin embargo, se hinchó significativamente más tanto en agua como en solución salina, reflejando su mayor capacidad de absorción. Este hinchamiento pronunciado puede proporcionar una señal visual o táctil más clara para el usuario final de que la barrera está absorbiendo y gestionando activamente el fluido en la superficie cutánea.

La resistencia a la erosión actúa como una medida cuantitativa de la durabilidad de la barrera e indica su integridad en condiciones de humedad. Los resultados siguientes destacan cómo la incorporación de SAPs influye en la resistencia estructural de las barreras hidrocoloides bajo condiciones simuladas de uso.

## Durabilidad

La Figura 7 presenta los resultados de resistencia a la erosión para cada barrera hidrocoloide tras 24 horas de exposición. Mide la integridad de la barrera mientras absorbe fluido y soporta estrés mecánico debido al impacto de gotas de fluido.

Aunque esta prueba simula un escenario más extremo que el uso clínico típico, actúa como un indicador del estrés físico que las barreras experimentan durante el movimiento del paciente, especialmente cuando están saturadas de fluido. Las tasas de erosión se expresan en miligramos por hora (mg/h).

Entre las barreras evaluadas, la barrera Nova mostró las tasas de erosión más altas tanto en agua como en solución salina, lo que indica la menor resistencia a la degradación con el tiempo. En cambio, TRE y Sensura Mio demostraron tasas de erosión más bajas en agua, con valores similares para ambos materiales al ser evaluados en solución salina.

La resistencia a la erosión de una barrera hidrocoloide está influenciada por su formulación, en particular por el equilibrio entre componentes solubles e insolubles en agua. Los materiales solubles en agua tienden a disolverse al exponerse al fluido, lo que reduce la integridad de la barrera. En cambio, los materiales insolubles, como los polímeros hidrofóbicos, contribuyen a la resistencia en húmedo al mantener la cohesión estructural. Una tasa de erosión baja suele estar asociada con una alta proporción de materiales insolubles.

La barrera TRE está formulada con un SAP insoluble (iSAP). Este polímero exclusivo es capaz de absorber fluido mientras mantiene su integridad. Como se observó en los métodos de prueba anteriores, el iSAP permite que TRE logre un equilibrio entre una alta absorción de fluido y una baja erosión, propiedades que suelen ser excluyentes entre sí en los sistemas convencionales de barreras hidrocoloides.

Cabe destacar que la tasa de erosión de la barrera TRE parece más elevada en agua en comparación con la solución salina y con respecto a Sensura Mio. Esto se debe al alto índice de hinchamiento de la barrera TRE en agua, lo que puede provocar que el material se expanda y se desborde hacia los pocillos adyacentes durante la prueba (Figura 7b). Si bien esto puede afectar la precisión de la medición de erosión, las muestras de prueba permanecieron estructuralmente intactas al retirarlas, lo que sugiere que la barrera TRE mantiene su durabilidad funcional bajo condiciones de saturación.

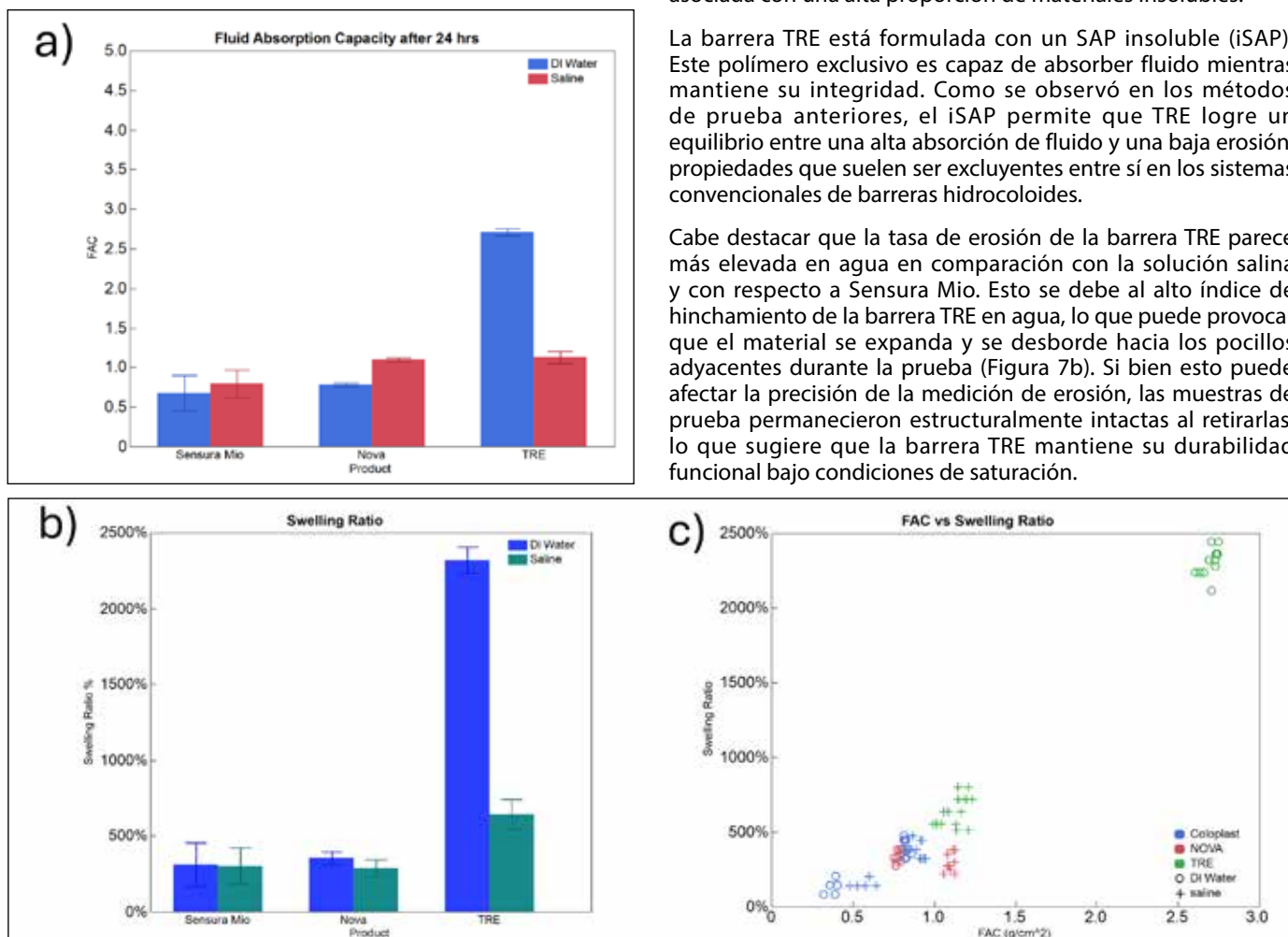


Figura 6. Datos de las mediciones de propiedades de los fluidos: a) Capacidad de absorción del fluido, b) Relación de hinchamiento y c) Relación entre la capacidad de absorción de fluidos y el grado de hinchamiento.

## Salud cutánea

Los siguientes resultados demuestran que un iSAP puede formularse eficazmente en una barrera hidrocoloide que favorezca la salud cutánea sin comprometer el rendimiento en gestión de fluidos ni la durabilidad estructural.

La Figura 8 ilustra el valor ácido, una medida de la capacidad tampón de la barrera hidrocoloide. Este parámetro refleja la capacidad del hidrocoloide para ayudar a mantener el manto ácido de la piel cuando se expone al efluente estomacal alcalino (cáustico) o rico en enzimas.<sup>21</sup> Mantener un pH ligeramente ácido en la superficie cutánea es fundamental para preservar la integridad de la piel.

En la evaluación visual mostrada en la Figura 8a, cada HSB fue expuesta a un indicador sensible al pH durante 30 minutos. La solución indicadora aparece inicialmente de color azul, reflejando un entorno alcalino. Con el tiempo, el color del fluido cambió a amarillo, indicando un entorno más ácido. Entre las barreras evaluadas, la hidrocoloide TRE produjo el cambio de color más rápido e intenso, lo que sugiere una fuerte respuesta tampón.

Para cuantificar esta observación, se utilizó una valoración para calcular el valor ácido de cada producto. De acuerdo con la evaluación visual, Sensura Mio y Nova mostraron una capacidad tampón mínima. Al mismo tiempo, la barrera TRE mostró una respuesta significativamente mayor, con valores ácidos 4–5 veces superiores a los de las otras barreras.

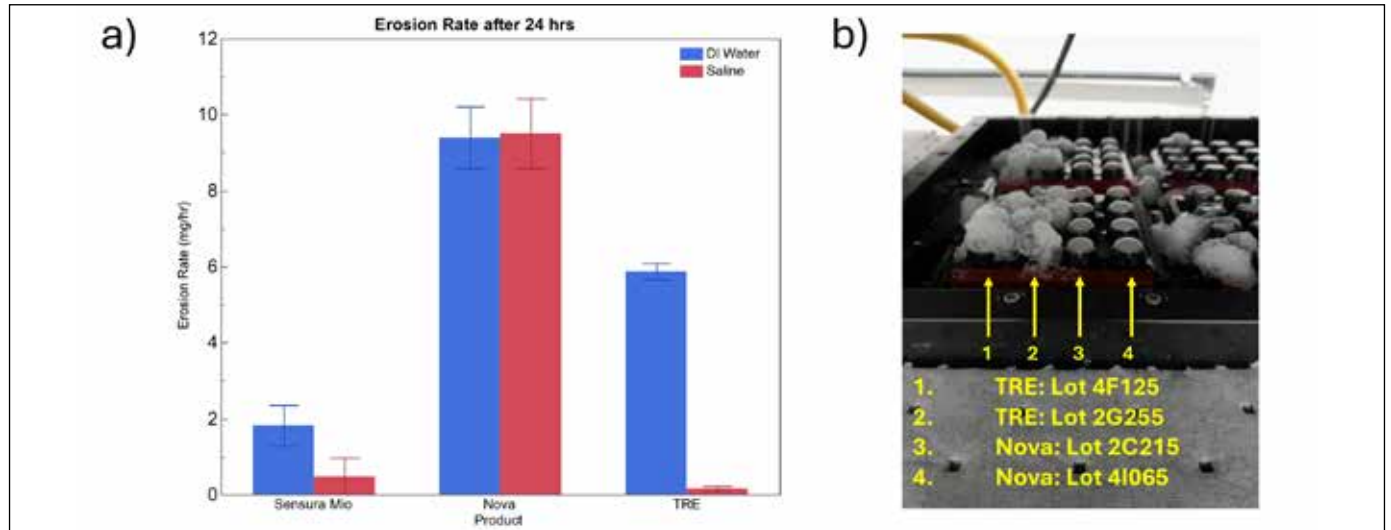


Figura 7. a) Tasa de erosión de tres HSBs diferentes; b) HSB TRE hinchada que invade otras áreas de prueba, en comparación con la Nova mínimamente hinchada.

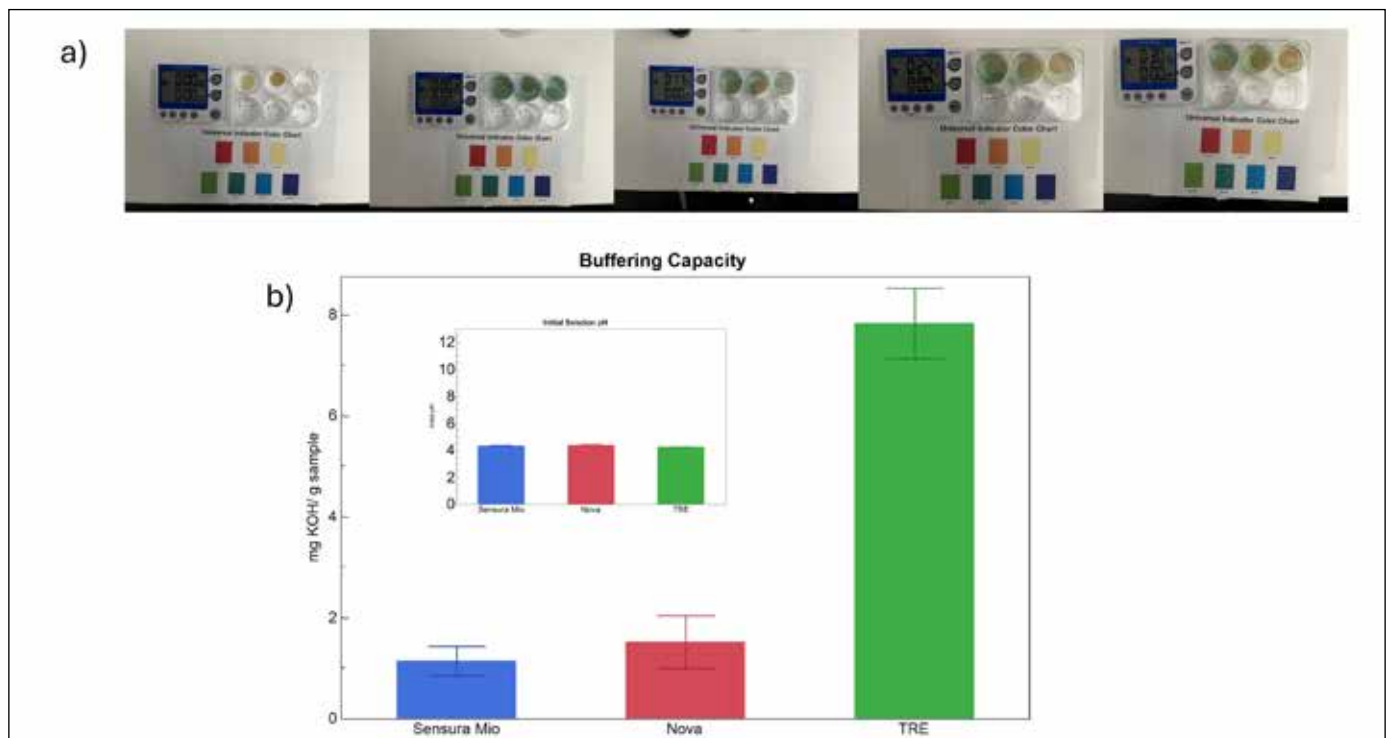


Figura 8. a) Comparación visual y b) Mediciones cuantitativas que demuestran la capacidad tampón del pH.

Estos hallazgos respaldan que un iSAP puede optimizarse dentro de una barrera cutánea hidrocoloide para mejorar la capacidad tampón y promover la salud cutánea sin comprometer la absorción de fluidos ni la resistencia a la erosión.

### Impacto de la tecnología de polímeros superabsorbentes en el desarrollo de barreras cutáneas hidrocoloides

La Figura 9 destaca la evolución de la tecnología de barreras cutáneas hidrocoloides, rastreando el desarrollo del rendimiento en gestión de fluidos desde los primeros materiales a base de karaya hasta la integración de SAPs modernos. Las HSBs tradicionales fueron diseñadas principalmente para absorber la humedad y proteger la piel periestomal del efluente, estableciendo así la función fundamental que define toda evolución posterior de las HSB. Productos contemporáneos como las barreras Sensura Mio, Nova y TRE ejemplifican este requisito básico de manejo de fluidos.

Sobre esta base, las HSBs de nueva generación han incorporado mejoras al combinar SAPs con ingredientes que favorecen la salud cutánea. La diferenciación adicional proviene del tipo específico de SAP utilizado. Por ejemplo, el iSAP incorporado en la barrera TRE ofrece una mayor versatilidad en el manejo de fluidos, permitiendo un secado más rápido al tacto y una absorción eficaz en una variedad de fuerzas iónicas del fluido, capacidades que no se observan tan marcadamente en las barreras Sensura Mio o Nova. Cabe destacar que estas ventajas surgen a pesar de que los tres productos muestran una capacidad total de absorción de fluidos comparable.

Un iSAP también contribuye a la durabilidad mecánica mediante el proceso de entrecruzamiento polimérico. Sin embargo, la durabilidad también puede estar influenciada por la formulación general, como lo demuestra la resistencia superior a la erosión de la barrera Sensura Mio en comparación con Nova, a pesar de que ambas utilizan SAPs convencionales.

Finalmente, la formulación de la barrera TRE demuestra cómo el manejo de fluidos basado en iSAP puede integrarse con beneficios funcionales adicionales, como la tecnología de amortiguación del pH, para favorecer la salud cutánea—una formulación HSB compuesta por un polímero superabsorbente e insoluble con capacidad tampón de pH (iSAP+). Esta característica adicional distingue a la barrera TRE de las demás barreras evaluadas, marcando un avance significativo en el diseño multifuncional de las barreras cutáneas hidrocoloides modernas.

## CONCLUSIONES

Los polímeros superabsorbentes (SAPs) han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de las barreras cutáneas hidrocoloides (HSBs) desde su introducción en la década de 1960. Este estudio destaca cómo los distintos tipos de SAPs influyen en características clave de la gestión de fluidos, incluyendo el tiempo de secado al tacto, la capacidad de absorción y el comportamiento de hinchamiento.

Tanto Sensura Mio como Nova incorporan SAPs convencionales, que ofrecen distintos niveles de absorción de fluidos y durabilidad mecánica. En cambio, la formulación de la barrera TRE incorpora un polímero superabsorbente insoluble con capacidad tampón de pH (iSAP+), específicamente poliacrilato de sodio, para crear una HSB de nueva generación que ofrece una gestión de fluidos versátil, mayor durabilidad y apoyo a la salud cutánea.

La barrera TRE representa una evolución en el diseño de las HSB, destacándose por su formulación basada en iSAP+. Los avances continuos en la ciencia de materiales, tanto en innovación polimérica como en la optimización de formulaciones, marcarán el futuro de la tecnología en estomía, con el potencial de mejorar la comodidad del paciente, la protección cutánea y la durabilidad de confianza en el uso.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a Brian Hinsberger, McKenzie Jones y Michael Coen por la recopilación de datos. También se agradece a Adam Airhart, Nada Ardeleanu, Joel Shutt y Dian Yuan por la revisión del manuscrito.

## CONFLICTOS DE INTERESES

El autor es científico principal sénior de innovación disruptiva en Hollister Inc. Dansac, fabricante de TRE™, es una marca de Hollister Inc.

## FINANCIACIÓN

El autor es un empleado asalariado de Hollister Inc.

## REFERENCIAS

1. D'Ambrosio F, et al. Peristomal skin complications in ileostomy and colostomy patients: what we need to know from a public health perspective. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):79.



Figura 9. Evolución de la aplicación de la tecnología SAP segmentada por tipo de polímero superabsorbente y formulación cutánea de hidrocoloide.

2. Voegeli D, et al. Factors influencing the incidence of peristomal skin complications: evidence from a multinational survey on living with a stoma. *Gastrointestinal Nurs.* 2020;18(Sup4):S31–38.
3. McNichol L, et al. Medical adhesives and patient safety: state of the science: consensus statements for the assessment, prevention, and treatment of adhesive-related skin injuries. *Orthop Nurs.* 2013;32(5):267–281.
4. Gray M, et al. Peristomal moisture-associated skin damage in adults with fecal ostomies: a comprehensive review and consensus. *J WOCN.* 2013;40(4):389–399.
5. Ali SM, Yosipovitch G. Skin pH: from basic science to basic skin care. *Acta Derm Venereol.* 2013;93(3):261–267.
6. Coloplast Dialogue Education. Your Guide to Ostomy Adhesives. Coloplast A/S; 2007. [https://www.coloplast.co.za/Documents/Stoma/Guide\\_to\\_Ostomy\\_Adhesives.pdf](https://www.coloplast.co.za/Documents/Stoma/Guide_to_Ostomy_Adhesives.pdf)
7. Morss-Walton PC, et al. Ostomy 101 for dermatologists: Managing peristomal skin diseases. *Dermatol Ther.* 2021;34(5):e15069.
8. Van der Leden A, Carmiggelt C. Baas op eigen buik. Gouda: CombiCare; 1990.
9. Foron AD. Colostomy appliance. (Patent number: US-2221321-A). US Patent and Trademark Office; 1940.
10. Frissell FH. Colostomy pad. (Patent number: US-2043097-A). US Patent and Trademark Office; 1936.
11. Spindell IF. Colostomy pouch apparatus. (Patent number: US-2127834-A). US Patent and Trademark Office; 1938.
12. Tazawa K, Anazawa S, Ohmura Y, Yoshikawa R (Eds). *Skin Barriers for Stoma Care.* Tokyo: Alcare Co Ltd; 2001.
13. Turnbull RB Jr. Rupert Turnbull 1913–1981. *Dis Colon Rectum.* 1983;26(6):416–423.
14. Turnbull RB Jr. Management of the ileostomy. *Am J Surg.* 1953;86(5):617–624.
15. Chen J. Bandage for Adhering to Moist Surfaces. US Patent and Trademark Office. (Patent number: US3339546A). ER Squibb & Sons Inc; 1967.
16. Chen J, et al. Ostomy Adhesive. US Patent and Trademark Office. (Patent number: US4253460A). ER Squibb & Sons Inc; 1979.
17. Kulawik-Pióro A, et al. Physicochemical properties and composition of peristomal skin care products: a narrative review. *Cosmetics.* 2025;12(2):74.
18. Ma X, Wen G. Development history and synthesis of super-absorbent polymers: a review. *J Polym Res.* 2020;27(6):136.
19. Cahill DJ, Fry CH, Foxall PJD. Variation in urine composition in the human urinary tract: evidence of urothelial function in situ? *J Urol.* 2003;169(3): 871–874.
20. Zhang W, et al. Factors affecting the properties of superabsorbent polymer hydrogels and methods to improve their performance: a review. *J Mater Sci.* 2021;56(29):16223–16242.
21. Summa S, et al. A litmus test for innovation: A real-world evaluation of a pH-buffering ostomy barrier. *WCET Journal.* 2021;41(3):14–21.