

D O C U M E N T O S T É C N I C O S

*Políticas y Regulación*

**Políticas y Regulación**

THS/EV- 2005/002 E

# **GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA REGIONALIZACIÓN DE LOS BANCOS DE SANGRE**

**Área de Tecnología y Prestación  
de Servicios de Salud**

**Medicamentos Esenciales,  
Vacunas y Tecnologías en Salud**



**Organización  
Panamericana  
de la Salud**



Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud







### **Biblioteca Sede OPS - Catalogación en la fuente**

Organización Panamericana de la Salud. Área de Tecnología y Prestación de Servicios de Salud. Unidad de Medicamentos Esenciales y Tecnología.

Guía para la estimación de costos de la regionalización de los bancos de sangre.

Washington, D.C: OPS, © 2005.

(Documentos Técnicos. Políticas y Regulaciones (THS/EV 2005/002))

ISBN 92 75 325650

I. Título II. Serie

1. BANCOS DE SANGRE - economía
  2. BANCOS DE SANGRE - organización
  3. REGIONALIZACIÓN
  4. COSTOS Y ANÁLISIS DE COSTO
  5. DONADORES DE SANGRE - provisión y distribución
- NLM WH 460

Coordinación técnica por José Ramiro Cruz  
María Dolores Pérez-Rosales

Aporte técnico:

Por Bitrán y Asociados, Ingenieros Ricardo Bitrán, Carlos Vergara, Gloria Uribe y asesoría de la Dra. Cristina Martínez  
Por el Ministerio de Salud de Chile, Dr. Ignacio Astorga e Ingeniero Héctor San Martín.

Diseño Gráfico por Alex Winder  
OPS Washington, D.C., USA



La Organización Panamericana de la Salud dará consideración muy favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, íntegramente o en parte, alguna de sus publicaciones, siempre que no sea con fines de lucro. Las solicitudes y las peticiones de información deberán dirigirse a la Unidad de Medicamentos Esenciales, Vacunas y Tecnologías en Salud de Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W. Washington, DC 20037, EUA, que tendrá sumo gusto en proporcionar la información más reciente sobre cambios introducidos en la obra, planes de reedición, y reimpressiones ya disponibles.

© Organización Panamericana de la Salud, 2005

Las publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor: Reservados todos los derechos.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Secretaría de la Organización Panamericana de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respeto del trazado de sus fronteras o límites.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Panamericana de la Salud lo apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan en las publicaciones de la OPS letra inicial mayúscula.

# Índice de Contenidos

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>VII</b>
<b>I. PRESENTACIÓN</b>	<b>1</b>
A. FASE 1: ELABORACIÓN DE IMAGEN OBJETIVO	3
B. FASE 2: OPTIMIZACIÓN DE LA SITUACIÓN BASE	4
1. Metodología de Cálculo del Costo Promedio	5
2. Guía Para la Elaboración de los Proyectos de Centralización por Servicio de Salud	5
3. Metodología de Sostenibilidad Técnico – Financiera	5
C. FASE 3: DISEÑO DE DETALLE DE ALTERNATIVA SELECCIONADA	6
1. Tarifa específica para los productos sanguíneos	6
2. Proyecto de Inversión para la construcción o habilitación del centro de sangre	7
3. Marco administrativo-legal que le permita margen de autonomía de gestión	7
D. FASE 4: EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA MODELO DEFINITIVO	7
<b>II. GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA REGIONALIZACIÓN DE BANCOS DE SANGRE</b>	<b>8</b>
A. RESUMEN EJECUTIVO	8
B. DONACIÓN	11
1. ¿Cómo se determina la cantidad de sangre entera y la cantidad de donantes que se requiere?	11
2. ¿Cuánta sangre se usa en transfusiones?	12
3. ¿Cómo se financian los sistemas?	12
4. ¿A quién dirigir las campañas para reclutar donantes y cómo realizar la colecta?	12
5. ¿Qué etapas se desarrollan en la donación?	13
a) Llamada a los donantes.	13
b) Identificación de los donantes.	14
c) Evaluación de la Hemoglobina o Hematocrito.	14
d) Evaluación de salud pre-donación.	14
e) Extracción.	14
f) Cuidados del donante post-donación.	15
6. ¿Cuánto personal y equipamiento se requiere para las colectas móviles?	15
C. PROCESAMIENTO	16
1. ¿Por qué centralizar la producción de hemoderivado?	16
2. ¿Cómo es el proceso general?	16
3. ¿Qué alternativas de producción de hemoderivados existen?	17
4. ¿Cómo se separa los componentes?	18
5. ¿Cómo conviene fraccionar la sangre?	18
6. ¿Qué equipo se requiere y cuánto cuesta?	19
D. DISTRIBUCIÓN	25
1. ¿Qué costos son relevantes en los inventarios?	26
2. ¿Cómo debe calibrarse el nivel de inventario a mantener en un hospital y la cantidad a reponer cada día?	27
3. ¿Cuáles son los costos de distribución a considerar?	29
E. EVALUACIÓN DEL SISTEMA TOTAL	31
F. ANEXO: CÓMO USAR EL MODELO DE SIMULACIÓN EN EXCEL.	32
<b>III. MODELO DE COSTEO DE PRODUCTOS SANGUÍNEOS EN BANCO DE SANGRE</b>	<b>33</b>
A. MODELOS DE COSTEO	33
1. Costeo por Proceso	33
a) Modelo de Costos Directos e Indirectos	33
b) Modelo de Costos Fijos y Variables	33
2. Costeo Basado en Actividades (ABC)	34
B. MODELO DE PRODUCCIÓN EN BANCO DE SANGRE	34
C. MODELO DE COSTEO DE PRODUCTOS SANGUÍNEOS	36
1. Costos	37
a) Costos Directos	37

b) Costos Indirectos	41
2. Producción y eficiencia productiva	41
a) Producción	41
b) Índice de Fraccionamiento	41
c) Porcentaje de Eliminación	42
3. Equipamiento e infraestructura	42
a) Equipamiento	42
b) Infraestructura	43
D. APLICACIÓN	44
E. CONSIDERACIONES ESPECIALES	47
1. Banco de Sangre v/s Centro de Sangre	47
2. Costos v/s Tarifas por Producto	47
F. USOS POTENCIALES DE LA METODOLOGÍA	48
1. Resultados por país	48
2. Resultados países América Latina	49
<b>IV. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DE MODELOS DE OPTIMIZACIÓN</b>	<b>51</b>
A. SOSTENIBILIDAD TÉCNICA	52
1. Perfil de Producción y Consumo	52
2. Demanda	52
3. Accesibilidad	53
B. SOSTENIBILIDAD FINANCIERA	53
<b>V. ANEXOS:</b>	<b>55</b>
A. MATRICES CÁLCULO DE SOSTENIBILIDAD	55
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56</b>

## Índice De Tablas

Tabla 1: Alternativas de Regionalización, Bolivia 2002	3
Tabla 2: Evaluación de alternativas de regionalización.	4
Tabla 3: Modificación Sistema de Producción de Productos Sanguíneos SNSS – Chile 1998 -2003	6
Tabla 4: Necesidad “ideal” de sangre donada para cada país	11
Tabla 5. Uso de sangre en diversas situaciones	12
Tabla 6. Cálculo del número de donantes ideal a partir de la necesidad de donaciones.	13
Tabla 7. Almacenamiento y vida media de componentes	17
Tabla 8. Producción a 4 componentes.	18
Tabla 9. Producción a 4 componentes de un 63% de la donación.	19
Tabla 10. Producción a 3 componentes de un 37% de la donación.	19
Tabla 11. Inversión en tres tipos de Centro de Sangre	20
Tabla 12. Inversión necesaria para tres tipos de Centro de Sangre (US\$)	21
Tabla 13. Gasto de operación en tres tipos de Centro	22
Tabla 14. Gasto anual de operación para tres tipos de Centro (US\$)	22
Tabla 15. Costos de inversión y operación para tres tipos de Centro	23
Tabla 16. Alternativas de organización de la producción y sus costos (US\$)	24
Tabla 17. Costo de producir con 180 centros pequeños	25
Tabla 18. Simulación del inventario de Plaquetas en un hospital.	27
Tabla 19. Parámetros de la simulación del inventario de plaquetas en un hospital.	28
Tabla 20. Distancias entre centro en Ciudad 3 y cada destino	29
Tabla 21. Estructura de costos de diferentes opciones de regionalización.	31
Tabla 22: Comparación de modelo de Costos Fijos y Costos Variables	34
Tabla 23: Caracterización de Estructuras y Funciones	36
Tabla 24: Estimación de gasto en recurso humano en banco de sangre	38

Tabla 25: Cálculo del Costo de los Exámenes de Inmunohematología	38
Tabla 26: Cálculo del Costo de los Exámenes de Tamizaje	39
Tabla 27: Estimación rendimiento y costo de test de tamizaje	39
Tabla 28: Estimación costo promedio bolsa de sangre	40
Tabla 29: Consolidación Productos Sanguíneos - ejemplo	41
Tabla 30: Cálculo Cuota Anual Infraestructura	43
Tabla 31: Cálculo cuota por concepto de amortización	44
Tabla 32: Hoja de Ingreso de Información, Libro Excel	45
Tabla 33: Composición del Costo de cada unidad producida	46
Tabla 34: Indicadores de Resultado y Gestión del proceso de producción	46
Tabla 35: Comparación entre variables de costeo entre Bancos de Sangre y Centros de Sangre	47
Tabla 36: Análisis diferencial de factores según esquema de fraccionamiento	47
Tabla 37: Simulación de Costo Promedio según esquema de fraccionamiento	48
Tabla 38: Costo Promedio por Producto Sanguíneo despachado	49
Tabla 39: Costo Promedio de Producción por Unidad de Productos Sanguíneos, muestra países América Latina 1999 - 2002	49
Tabla 40: Matriz de evaluación de sostenibilidad técnica de centralización región x.	52
Tabla 41: Matriz de evaluación de accesibilidad región x.	53
Tabla 42: Matriz de evaluación de sostenibilidad técnica de centralización región x.	54
Tabla 43: Simulación efecto centralización, región x.	54

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Etapas del proceso, variables clave y metodologías de evaluación	9
Ilustración 2. Ecuación de costos de un sistema de bancos de sangre	9
Ilustración 3. Mapa hipotético de ubicación de la demanda	10
Ilustración 4. Proceso general del sistema.	16
Ilustración 5. Inversión y Gasto anual por unidad de sangre procesada para tres tamaños de centro	23
Ilustración 6. Costo total en US\$ de procesar 200,000 donaciones a medida que se atomiza la producción	25
Ilustración 7. Costos de un sistema de inventario.	26
Ilustración 8. Comportamiento típico de un inventario.	27
Ilustración 9. Distribución de la demanda por productos	30
Ilustración 10. Gasto anual total por unidad procesada (ejemplo).	31
Ilustración 11: Esquema de las Etapas Básicas involucradas en el procesamiento de la sangre	35
Ilustración 12: Caracterización del Proceso de Producción	35
Ilustración 13: Proceso de asignación de costos	37

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Costo y rendimiento de kit de tamizaje según número de ciclos	40
Gráfico 2: Costos países de América Latina	49
Gráfico 3: Comparación de costos de productos sanguíneos 1999 - 2002	50

## **Agradecimientos**

Los Modelos de costeo y análisis de sostenibilidad fueron herramientas diseñadas para apoyar el proceso de regionalización, a través de la construcción de insumos necesarios para llevar adelante el proceso.

“La Guía Para La Estimación De Costos De La Regionalización De Bancos De Sangre” elaborada para la Organización Panamericana de la Salud, OPS por Bitrán y Asociados, por los Ingenieros Ricardo Bitrán, Carlos Vergara, Gloria Uribe, y la ayuda de la Dra Cristina Martínez. Ha sido completada gracias al aporte del Dr. Ignacio Astorga y el Ing. Héctor San Martín del Ministerio de Salud de Chile, que han colaborado con la OPS poniendo a disposición de la Organización las experiencias y conocimientos acumulados en la última década en materia de modelos de evaluación técnico económico de los bancos de sangre.

Queremos agradecer muy especialmente a todas las personas que hayan aportado en las diversas fases del proyecto, en especial a la Dra. May Chomalí y Sra. Vivian Manzur, quienes elaboraron los primeros modelos de costeo de productos sanguíneos en el Servicio de Salud Metropolitano Oriente de Chile. A la Sra. Sonia Amaya, quien ha aportado sus conocimientos técnicos en materia de bancos de sangre y que como tal ha facilitado el desarrollo de la Guía.

Finalmente queremos agradecer a todos los profesionales que han participado en los talleres desde el año 1999 a la fecha en Bolivia, Paraguay, República Dominicana, Colombia, Ecuador y Chile.

Y en general a todas las personas que han aportado en las diversas fases del proyecto sus experiencias y conocimientos para el enriquecimiento de este material.

## I. Presentación

A partir del mandato del 41er. Consejo Directivo de la OPS celebrado en 1999, la resolución CD41.R15, insta a los Estado Miembros a promover acciones que permitan incrementar el nivel de seguridad en los sistemas de producción y uso de derivados sanguíneos, de manera de avanzar en materia de seguridad transfusional, para que los beneficios sanitarios derivados de la utilización de los productos sanguíneos sean mayores que los riesgos asociados a su uso.

Para que esta iniciativa tenga éxito, es indispensable relacionar la búsqueda de objetivos sanitarios con la modernización de los sistemas de procesamiento y distribución de productos sanguíneos. En esta materia, la experiencia internacional ha demostrado que los modelos de concentración de recursos son muy eficaces ya que permiten mejorar la calidad de procesos y productos junto con un incremento en la eficiencia en el uso de los recursos.

Desde una perspectiva económica, la concentración del procesamiento genera importantes ahorros, dado que permite conjugar los siguientes aspectos:

1. Compra concentrada de insumos permite abaratar su costo.
2. El trabajar con altos volúmenes permite un uso más eficiente de los reactivos. (Economía de escala)
3. El trabajo a gran escala facilita un mejor ordenamiento de los procesos, lo que tiene como efecto un mayor rendimiento del personal.
4. El manejo de un gran volumen de productos sanguíneos permite optimizar su distribución evitando los sobrestock de pequeños bancos.

Desde la perspectiva de la calidad, la concentración del procesamiento tiene aparejado los siguientes beneficios:

1. Estudios de control de calidad externos efectuados en Colombia<sup>1</sup> (1998), han demostrado que los bancos de sangre con menos de 5000 unidades colectadas presentaban mayores valores de falsos positivos y negativos, que los de mayor tamaño, esto se traduce en que el cierre de pequeños bancos de sangre reduce el riesgo en el manejo de productos sanguíneos.
2. La concentración de la producción facilita las labores de supervisión y de implementación de sistemas de control de calidad, dado que se reduce el menor número de centros a inspeccionar.
3. La centralización de procesos permite optimizar este personal especializado, habitualmente deficitario en esta área.

A pesar de estas bondades, la aplicación de modelos centralizados no es automática, sino que obliga a establecer un proceso de transición que permita incorporar los cambios de manera paulatina y secuencial.

Los países que hoy cuentan con modelos centralizados, no los han construido en períodos breves de tiempo, sino que han llegado a sus actuales niveles de concentración, a través de la ejecución de diversas etapas. La experiencia inglesa, francesa, española e israelí en esta materia da cuenta de un proceso continuo de cambios, muchos de los cuales están aun hoy en proceso.

Con seguridad el mayor desafío en esta materia es como generar un proceso de cambio en países con recursos sanitarios limitados y limitaciones en las estructuras de la organización.

A continuación se describe el contenido del presente documento, cuyos contenidos han sido desarrollados a la luz de la experiencia chilena en el proceso de regionalización de los bancos de sangre.

### **El producto**

Una de las disyuntivas al momento de aplicar modelos de planificación y costeo para sistemas de salud es el balance entre complejidad y costo, ya que si buscamos respuestas cada vez mas precisas, tendremos que incurrir en costo y tiempos mayores, tanto en la recopilación como análisis de datos. Los costos y recursos serán incrementales en la medida que se incorporen exigencias crecientes al producto.

<sup>1</sup> Dr. Mauricio Beltrán

Por otra parte, en el campo de los análisis económicos y técnicos existen múltiples herramientas que a su vez responden diversas preguntas. En este sentido, el lector debe tener claro que antes de elegir una metodología de análisis, debe precisar el problema a resolver.

En este contexto el objetivo del presente documento es poner a disposición de los países un conjunto de herramientas validadas del área técnico financiera, que han demostrado ser útiles en el proceso de optimización de los bancos de sangre ya sea estableciendo las bases para modelos nacionales regionalizados, modelos subnacionales, sistemas de tarificación de productos sanguíneos o la optimización de bancos de sangre aislados.

Las herramientas que contiene son:

- Modelo de formulación y evaluación de alternativas de regionalización de bancos de sangre.
- Modelo de costeo de bancos de sangre. (modelo mixto)
- Modelo de evaluación de la sostenibilidad técnica y financiera de la regionalización de los bancos de sangre.

### **Los Clientes**

Los métodos y modelos han sido desarrollados por ser manejados por profesionales de los bancos de sangre no expertos en sistemas de costeo, planificación o finanzas.

Se espera que con la lectura del documento más una breve formación, los equipos locales estén en condiciones de aplicar las herramientas.

Siempre es deseable contar con apoyo de profesionales del área económica, sin embargo se espera que puedan desarrollar los análisis sin ellos.

En este sentido, para un contador experto estas metodologías pueden aparecer simplificadas, sin embargo ayudan a responder los problemas de las diversas etapas de un proyecto de regionalización.

### **Las Ventajas**

Las metodologías tienen como sello distintivo:

- Simplicidad y transparencia en su construcción
- Requieren un volumen limitado de datos
- Pueden ser aplicados por personal de salud capacitado no especializado en planificación o economía

Es esta característica de simplicidad la que ha permitido su aplicación de manera masiva en América Latina, a través de talleres y asesorías breves.

### **Caracterización del documento**

El documento ha sido construido de manera secuencial – temporal, de acuerdo a la experiencia vivida en Chile, sin embargo puede ser trabajado en la secuencia propuesta o cada modulo por separado, por ello se describe en base a fases, teniendo cada una de ellas metodologías específicas. En particular se han desarrollado las fases 1 y 2, dado que el proceso de centralización aun no ha concluido.

A continuación se describen las diversas fases a considerar en el proceso de centralización, destacando que para cada una de ellas se ha diseñado y aplicado instrumentos de evaluación técnico – económica adecuados al nivel de decisión requerido:

- Fase 1: Elaboración de la Imagen Objetivo
- Fase 3: Diseño de detalle de alternativa seleccionada
- Fase 4: Ejecución y puesta en marcha modelo definitivo

## A. Fase 1: Elaboración de Imagen Objetivo

Desde fines de los años 80 se inició en Chile la discusión acerca de la pertinencia y utilidad de concentrar los bancos de sangre, sin embargo es a partir de los resultados de un estudio contratado a Bitrán y Asociados (1997) que surge formalmente una propuesta para concentrar el procesamiento de sangre. La metodología utilizada en ese estudio es la que contiene la "Guía para la estimación de costos de la regionalización de bancos de sangre"<sup>2</sup> distribuida por OPS el segundo semestre del año 2001.

Al aplicar la metodología, se obtuvo un modelo que combinaba la mezcla óptima de oportunidad en el abastecimiento de productos, calidad de los recursos de producción y costo de producción e inversión. Los resultados señalaron que el modelo óptimo era reducir de 130 bancos productores a 4 centros de sangre, a partir de los cuales se efectuaría la distribución a todo el país. La autoridad sanitaria chilena asumió como propias las conclusiones y propuestas del estudio, de manera que se transformaron en una "carta de navegación", para el proceso de regionalización.

Una vez que se contó con estos resultados, se inició un proceso de planificación de la aplicación del modelo a la situación nacional.

A manera de ejemplo de los resultados que se obtienen de la aplicación de la metodología, en las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en el ejercicio efectuado en Bolivia durante el 2002.

En tabla 1 se presentan las alternativas de organización, partiendo en primer lugar con un modelo de la situación base, estableciendo otras cuatro alternativas con diversos grados de centralización.

**Tabla 1: Alternativas de Regionalización, Bolivia 2002**

	Alt 1: Base	Alt 2: 1 x Depto	Alt 3: Macroregión	Alt 4: 3 Grandes	Alt 5: 2 Grandes
Mínimos <1000 don.	6	1			
Pequeño 1000-5000 don	8	3		0	
Mediano 5000 – 15000 don		3	1	0	
Grande 15000 – 50000 don		3	3	3	2
Total	14	10	4	3	2

Al valorizar cada una de las alternativas de acuerdo a los gastos de inversión y operación se obtiene como resultado lo expuesto en tabla 2, que indica:

- A menor número de centros procesadores los costos de inversión y operación son menores (manteniendo o aumentando el nivel de producción vigente).
- El costo del transporte es marginal dentro del costo total
- Un número reducido de centros permite establecer economías de escala, en el sentido que permite generar una mayor productividad del personal, reducir los costos fijos de infraestructura, equipos y personal; y finalmente la evidencia de los talleres indica que al comprar en altos volúmenes, los precios promedio de compra de insumos son menores que cuando se compra de manera atomizada.

<sup>2</sup> Técnicamente esta metodología corresponde a un modelo de evaluación económica, ya que estima el volumen de recursos productivos valorizados (inversión y operación) asociados a diversas alternativas técnicas de organización que dan cuenta de la demanda agregada que se busca satisfacer. Demanda agregada, corresponde a la sumatoria de la demanda de las áreas o regiones consideradas como de referencia o influencia para el o los centros

**Tabla 2: Evaluación de alternativas de regionalización.**

	Base	1 x Depto	Macroregión	3 Centros	2 Centros
Inversión Centros de Procesamiento	5,878,888	7,437,648	4,493,058	3,860,604	2,573,736
Inversión Colecta Móvil	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
RRHH Colecta Móvil	32,962	32,962	32,962	32,962	32,962
Otros Gastos Mantenimiento Colecta	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Combustible	2,722	2,722	2,722	2,722	2,722
RRHH Procesamiento	398,024	525,859	301,089	245,565	163,710
Otros Gastos Colecta	235,429	670,502	637,070	605,495	574,849
Otros Gastos Procesamiento	431,519	906,430	864,595	822,062	780,924
Otros Gastos Promoción	133,818	382,242	363,130	344,928	327,636
Otros Gastos Mantenimiento Equipos	154,448	166,255	92,858	78,224	52,149
Gasto Anual Transporte Productos	-	-	9,891	14,124	22,454
Costos Indirectos – 12%	143,855	166,255	92,858	78,224	52,149
Ingreso Tasa de descuento:	10%	10%	10%	10%	10%
Suma actualizada (10 años)	14,010,800	22,803,850	17,524,211	15,959,966	13,543,966
<b>Costo equivalente (US\$) de una unidad de sangre producida</b>	<b>49</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>15</b>
Producción Año	28,840	91,010	91,010	91,010	91,010

Esta tabla concluye que el costo de producir en dos centros que distribuyan a toda Bolivia por vía aérea es inferior (US\$ 15) que la alternativa de contar con un banco de sangre por región (US\$ 25)

Los resultados de los talleres de Colombia y Sto. Domingo, además de los estudios de Chile, indican que el menor costo de inversión y operación se asocia a los modelos mas concentrados.

## **B. Fase 2: Optimización de la situación base**

Una vez elaborado el modelo este debe ser aprobado por la autoridad nacional que definirá el rango institucional de la propuesta. Este paso es indispensable, dado que de otro modo el estudio puede quedar archivado y no tener ningún efecto movilizador. Por otra parte esta sanción por parte de la autoridad es la que genera el marco político legal en el que se iniciará el proceso de cambio.

Las variables de cambio a considerar, son los recursos productivos y las voluntades de los actores involucrados. A pesar de responder a dimensiones diferentes ambos elementos son igualmente importantes.

En el ámbito de los recursos, el modelo de regionalización permite comparar cuanto costarían diversos modelos de organización de la red de bancos de sangre e indicar cual es el modelo de menor costo de inversión y operación. Sin embargo estas cifras son estimadores, es decir no reflejan necesariamente los recursos que se movilizan físicamente en la red actual, para ello es necesario medirlos en cada banco de la red.

Dada la restricción de recursos, en general es poco frecuente que para poner en marcha un cambio de esta naturaleza se cuente con el total de estos, por ello es pertinente considerar en una primera fase la optimización de los recursos productivos de manera de avanzar en el proceso de regionalización con los recursos disponibles, sin perjuicio de agregar en las siguientes etapas recursos frescos que permitan poner en marcha otros tipo de cambio que requieren de inyección de recursos complementarios.

Otro tema crítico es la generación de visiones comunes y vencer la resistencia al cambio, que en la práctica es el involu-

cramiento de los equipos de salud, directivos y profesionales que se desempeñan en el área de bancos de sangre, de manera que se sumen a este proceso que modifica radicalmente su forma de trabajar. El desafío principal es que esos grupos identifiquen el valor que aporta el modelo y lo perciban como propio.

En este sentido el conocimiento de su situación y su comparación con otros bancos de la red, constituyen un importante insumo para valorar la pertinencia de la centralización. Las variables que han demostrado ser útiles en la generación del cambio son el conocimiento del costo de producción de cada banco de sangre y el análisis de la red local en que se insertan los diversos bancos de sangre. Para llevar a cabo este proceso, las siguientes herramientas demostraron ser muy útiles:

- Metodología de Cálculo del Costo Promedio
- Guía Para la Elaboración de los Proyectos de Centralización por Servicio de Salud
- Metodología de Sostenibilidad Técnico – Financiera

A continuación se describe cada una de ellas.

### **1. Metodología de Cálculo del Costo Promedio**

Los resultados del modelo de regionalización aparecen habitualmente como distantes para la mayoría de los funcionarios de bancos de sangre, ya que la racionalidad económica que ello involucra, no siempre ha sido parte de su formación profesional. Por ello, la posibilidad que ellos pudieran calcular cuánto les cuesta producir en cada banco de sangre a partir de su propia información fue en el caso de Chile un punto de inflexión muy importante en la aceptación del modelo, ya que a través de este ejercicio se constató que el costo de una unidad transfundida es mayor en los bancos más pequeños.

Esta metodología entrega el valor promedio de cada unidad transfundida para un período determinado, independiente de si se trata de una unidad de glóbulos rojos o plaquetas.

Para establecer las diferencias de costo entre los productos ej. plaquetas y glóbulos rojos, se diseñó una metodología específica con este objetivo.

Ambas metodologías se incluyen en la Guía.

### **2. Guía Para la Elaboración de los Proyectos de Centralización por Servicio de Salud**

En Chile se identificó que no era posible ejecutar el proyecto de regionalización en una sola etapa y que existían condiciones para iniciar este proceso de manera paulatina. Se estableció como etapa intermedia la centralización del procesamiento de la sangre en los bancos de sangre principales de los 28 Servicios de Salud que componen la Red Pública, teniendo como objetivo pasar de 130 a 28 bancos procesadores en dos años.

Para ello se elaboró una guía metodológica que orientaba a los Servicios acerca de las variables críticas a considerar en el proceso de concentración.

El objetivo es que esta centralización sirviera de etapa intermedia a la regionalización ya que para su materialización faltaban aun diversos elementos.

En base a lo anterior, es recomendable analizar la pertinencia de definir una etapa intermedia que permita involucrar a los equipos de salud y desarrollar una etapa intermedia que involucre la administración del proceso.

### **3. Metodología de Sostenibilidad Técnico – Financiera**

El componente más relevante de la Guía que se señala en el punto anterior es la metodología de sostenibilidad técnico financiera, que entrega elementos de decisión acerca de la posibilidad real que estas propuestas, que los proyectos que se describe en un capítulo posterior se puedan materializar.

## C. Fase 3: Diseño de detalle de alternativa seleccionada

Dada la limitación de recursos, en 1998 se diseñó una etapa intermedia que permitiera a cada Servicio de Salud aplicar el modelo de regionalización utilizando los recursos disponibles, aplicando para ello los instrumentos de la fase 2, esta decisión ha permitido modificar de manera significativa la organización de la red de bancos de sangre dado que ha reducido en 90 el número de bancos de sangre tradicionales, 16 bancos se han transformado en productores para su red y se han generado 78 unidades de medicina transfusional, tal como se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 3: Modificación Sistema de Producción de Productos Sanguíneos SNSS – Chile 1998 -2003**

Unidad	1998	2003	Var. %
Banco de Sangre Tradicional	138	48	-90
Banco de Sangre Productor	1	16	+15
Unidad de Medicina Transfusional	2	78	+76
Centro de Sangre	2	2	0
Total	143	144	+1

Este cambio ha permitido mejorar calidad y oportunidad de abastecimiento de productos sanguíneos, optimizando los recursos disponibles, tanto en grado de utilización de reactivos, requerimientos de personal, de inversión en equipos e infraestructura.

Uno de los aspectos más relevantes del proceso que este no ha significado inversión y gasto adicional, ya que se beneficia de los recursos disponibles.

Esta experiencia permite además pensar en redes de abastecimiento, situación se aplicará de manera intensiva en el modelo final.

Sin embargo esta es solo la fase de optimización, sin embargo el objetivo nacional es consolidar el modelo original, de manera paralela o secuencial a la anterior es necesario avanzar con el diseño de detalle<sup>3</sup> del modelo que dará soporte a la centralización final. Para ello es necesario velar por el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Tarifa específica para los productos sanguíneos
- Estudio de factibilidad técnico - económica y proyecto de inversión para la construcción o habilitación del centro de sangre
- Marco administrativo-legal que le permita margen de autonomía de gestión

### 1. Tarifa específica para los productos sanguíneos

Dado que el modelo se basa en la concentración de la producción en los Centros de Sangre o Hemocentros, a partir de los cuales se distribuye a las Unidades de Medicina Transfusional<sup>4</sup>, es necesario contar con un mecanismo de intercambio entre ambos. Para ello la relación de compra-venta será el mecanismo privilegiado, ya que constituye un modelo de estímulo para que el Centro de Sangre optimice sus procesos y que las Unidades Transfusionales se preocupen del uso racional de los productos.

Para materializar la compra-venta es necesario contar con una tarifa de intercambio que refleje todos los costos involucrados e incorpore las variables de dispersión poblacional del país.

A diferencia de los valores calculados anteriormente (costo promedio de producción), esta tarifa es fijada por la entidad pagadora, la cual puede utilizar de manera referencial estas cifras o incorporar otras variables propias de cada país.

<sup>3</sup> Por diseño de detalle nos referimos al proceso de caracterización fina de los componentes necesarios para que el modelo centralizado funcione.

<sup>4</sup> Las Unidades de Medicina Transfusional reemplazan a los Bancos de Sangre en los hospitales. Ellas se preocupan de mantener un stock, efectuar los exámenes pretransfusionales, supervisar la transfusión.

Algunas alternativas interesantes en esta materia son considerar los costos promedio o utilizar los mas bajos que hayan demostrado calidad técnica (benchmarking - comparación con otros centros productores).

## **2. Proyecto de Inversión para la construcción o habilitación del centro de sangre**

Dependiendo de la configuración del modelo de regionalización, será necesario construir o habilitar nueva infraestructura y equipamiento. Para ello será necesario preparar un proyecto de inversión que considere:

- Estudio de factibilidad: estudio detallado de la oferta y demanda de productos sanguíneos, con medición de costos y beneficios del proyecto en un horizonte de tiempo.
- Diseño y Detalles: elaboración de aspectos relacionados con la arquitectura e ingeniería en cuanto a los detalles referidos a la construcción, remodelación y/o habilitación de recintos
- Ejecución: construcción, remodelación y/o habilitación de obras civiles y compra de equipamiento.

Solo una vez que exista la voluntad política y técnica de materializar el proyecto es pertinente avanzar con esta iniciativa, debiendo velarse por la sostenibilidad y operatividad de la nueva estructura.

La evidencia muestra que los modelos centralizados tienen costos de producción en promedio inferior a los atomizados, sin embargo es posible que la centralización se encuentre con limitaciones de disponibilidad financiera para poder ponerse en marcha, dado que necesitará de un capital de trabajo propio. En este sentido es indispensable que previo a la puesta en marcha, se efectúe el análisis que permita establecer cual es el nivel de desarrollo que es posible alcanzar con los recursos disponibles.

## **3. Marco administrativo-legal que le permita margen de autonomía de gestión**

La gestión de la red de producción y distribución de productos sanguíneos demandará de una estructura administrativa ágil, orientada al cliente (Donantes y Unidades de Medicina Transfusional), que le permita una administración eficiente de los recursos.

Para ello con toda seguridad deberá contar con una estructura jurídica propia, que sea autónoma de los hospitales, si los recursos así lo permiten.

## **D. Fase 4: Ejecución y puesta en marcha modelo definitivo**

Esta fase se describe de manera referencial, ya que al menos en la experiencia chilena aun no se llega a ella, dado que con toda seguridad será necesario efectuar ajustes y enmiendas en la medida que avanza el proyecto.

Siguiendo el orden lógico de las fases enunciadas y dado que la metodología que permite construir la imagen objetivo ya fue distribuida por OPS, la presente guía se centra en las siguientes herramientas:

1. Guía para la estimación de costos de la regionalización de bancos de sangre
2. Modelo de costeo de productos sanguíneos en banco de sangre.
3. Modelo de costeo de unidades específicas
4. Modelo de análisis de sostenibilidad técnico financiera

## II. Guía Para La Estimación De Costos De La Regionalización De Bancos De Sangre

El presente documento corresponde a una Guía para la Estimación del Costo de regionalizar un Sistema de Bancos de Sangre. En los países de América Latina, los Bancos de Sangre son en general pequeños y se encuentran adosados a los hospitales, lo que conlleva importantes deficiencias técnicas e ineficiencias económicas. "Regionalizar" corresponde a centralizar la colecta de sangre y la producción y almacenamiento de hemoderivados en Bancos de Sangre de mayor escala, con tecnología de automatización de procesos y de informatización.

La preparación de esta Guía ha sido encargada por la OPS a la firma Bitrán & Asociados, atendiendo al Estudio desarrollado por esta empresa en 1996 sobre la materia para el Ministerio de Salud chileno. Consecuentemente, esta Guía resume los hallazgos del Estudio en lo que respecta a la evaluación técnica y económica del proceso de regionalización. Adicionalmente, la preparación de la Guía se enriqueció con la participación del Ing. Vergara en la 3a Conferencia Latinoamericana de Bancos de Sangre, sostenida en Mérida, Estado de Yucatán, entre el 9 y el 11 de Mayo de 2001, invitado por la OPS.

En la mayoría de los países de desarrollo intermedio, los bancos de sangre son dependencias al interior de los hospitales, debido al nacimiento y desarrollo histórico de estas instituciones. Otra característica de nuestros países es que la donación de sangre es "de reposición": familiares y amigos del paciente donan su sangre para reponer la que éste necesita. La experiencia internacional sugiere que estas son las dos características clave que deben modificarse al momento de diseñar cambios a estos sistemas.

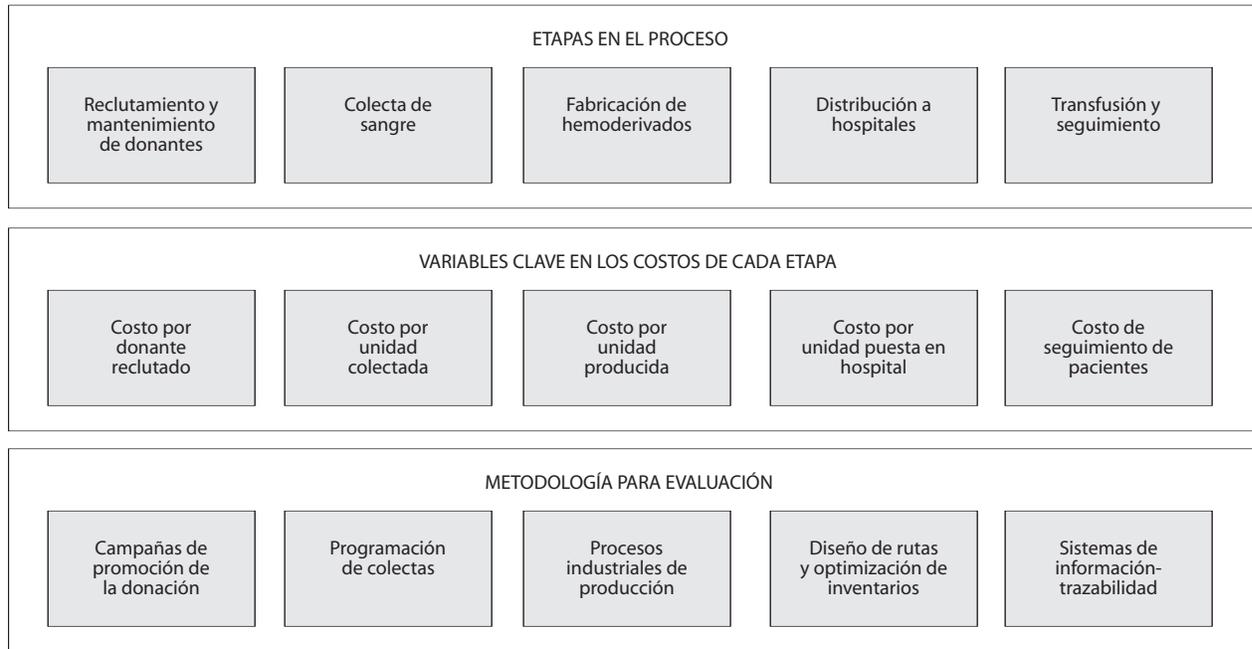
En efecto, para aprovechar los avances científicos y tecnológicos en la materia es imprescindible basar el sistema en centros que procesen grandes cantidades de sangre, por cuanto el costoso equipamiento moderno está diseñado para ello. Por otra parte, los países deben ir hacia un modelo de donantes voluntarios altruistas de repetición, pues es el único que asegura un flujo estable y programado de sangre a procesar y es también el que mejor permite asegurar que la sangre entrante al sistema estará libre de infecciones y patologías. El desarrollo de esta guía suscribe esos dos principios para evaluar el rediseño de los sistemas de bancos de sangre en los países miembros de la OPS.

La Guía se ha organizado en tres capítulos relativamente independientes y un capítulo final que integra los resultados de estos. El primer capítulo, titulado **DONACIÓN**, presenta los criterios usados en la determinación de la demanda por sangre entera y una breve discusión respecto a la donación de sangre. Se cierra el primer capítulo con una estimación de los costos del proceso de donación. En el segundo capítulo, titulado **PROCESAMIENTO**, se argumenta muy brevemente sobre las ventajas de la regionalización para pasar directamente a la estimación de los costos de procesamiento de la sangre entera. En el tercer capítulo, titulado **DISTRIBUCIÓN**, se muestra cómo determinar la cantidad de Bancos de Sangre que debe existir, se muestra la metodología para determinar la mejor forma de abastecer a los hospitales y se presenta la metodología para estimar estos costos. Finalmente, en el último capítulo se integra en una evaluación global las estimaciones de costos presentadas en los tres capítulos anteriores y se resume el proceso, presentando también algunas consideraciones sobre la organización institucional y la gestión del proceso de regionalización.

### A. Resumen ejecutivo

El proceso global de un sistema de bancos de sangre comienza con el reclutamiento de donantes voluntarios altruistas, la colecta de sangre y su transporte a los centros de procesamiento. La siguiente etapa es la producción y almacenamiento de productos para, finalmente, distribuir estos productos a los hospitales, donde son transfundidos a los pacientes. Una etapa posterior es el seguimiento de los pacientes transfundidos para pesquisar posibles reacciones y, a partir de ello, el seguimiento hacia atrás a lo largo de todo el proceso hasta el donante, en busca de fallas en el sistema que deban ser corregidas (requisito de trazabilidad). Se presenta a continuación (1) las diferentes etapas en que es posible dividir el sistema, (2) las variables clave a determinar en la estimación del costo para cada etapa y (3) la metodología a usar en el diseño y costeo de cada etapa del proceso.

**Ilustración 1. Etapas del proceso, variables clave y metodologías de evaluación**



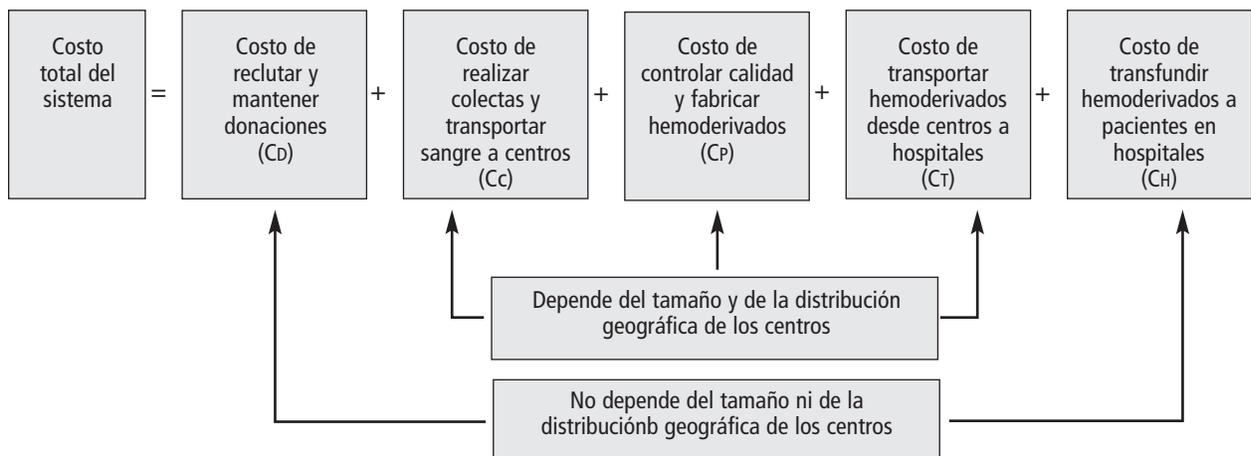
La componente más importante de la evaluación y costeo de la regionalización de los bancos de sangre es la determinación de cuantos bancos de sangre habrá y donde estarán ubicados, pues determina la estructura de costos del sistema. Una vez tomada esta decisión, la estructura de costos en el largo plazo queda determinada.

En efecto, en cualquier alternativa de organización del sistema (con mayor o menor regionalización), las componentes del costo total asociadas a la donación y a la transfusión son relativamente invariantes. En todas las alternativas se necesitará reclutar y mantener la misma cantidad de donantes y en todas las alternativas se transfundirá la misma cantidad de productos en los mismos hospitales.

Lo que cambia fuertemente de una solución a otra son los tres subsistemas centrales: el transporte de la sangre colectada hasta los centros de procesamiento, la fabricación de hemoderivados y el transporte de éstos a los hospitales.

Puesto en términos analíticos, la ecuación de costos de un sistema de bancos de sangre es como sigue:

**Ilustración 2. Ecuación de costos de un sistema de bancos de sangre**



En efecto, para que un sistema regionalizado sea comparado (en su costo) con un sistema atomizado, es necesario equiparar en ambos la cantidad de hemoderivados a transfundir y la calidad técnica que ambos ofrecen. Por esta razón, el costo de transfundir será similar en ambas opciones (y, por lo tanto, independiente del grado de regionalización), y el costo de reclutar y mantener donantes también<sup>5</sup>.

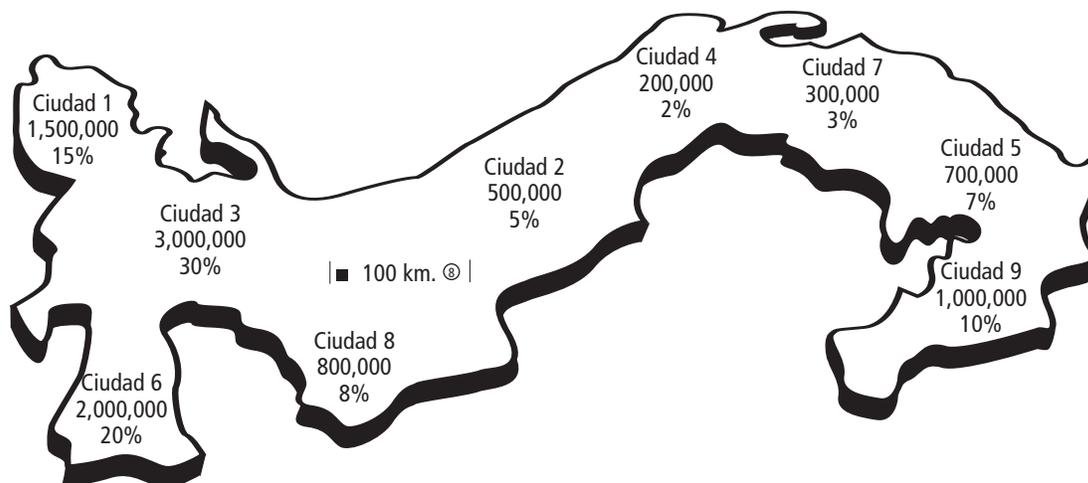
Inversamente, y debido a que las economías de escala en la fabricación de hemoderivados y en el control de calidad son muy grandes, una de las implicancias de la ecuación de costos es que existe un *trade off* entre los costos de transporte (desde y hacia los centros de procesamiento) y los costos de producción de hemoderivados. Un sistema atomizado significa mayor cercanía entre los centros de sangre y los hospitales y, consecuentemente, menos costos de transporte. Sin embargo, un sistema atomizado significa también centros de sangre pequeños y, consecuentemente, mayores costos de producción.

Como se demostrará, las economías de escala en la producción y en el control de calidad son tan grandes que la regla general es regionalizar el sistema (i.e., hacer pocos centros, tan grandes como sea posible). De hecho, incluso el proceso de reclutar y mantener donantes (que en la ecuación no depende de la distribución geográfica de los centros) se beneficiaría de un sistema concentrado, por cuanto las campañas podrían realizarse sólo en las ciudades en que se localice los grandes centros, focalizando también las campañas de promoción. La concentración del sistema está limitada solamente debido a que algunos hospitales podrían quedar tan alejados de los centros de producción que simplemente no podrían ser reabastecidos de productos diariamente, como exige la corta vida media de las plaquetas.

La decisión de dónde ubicar los centros y cuántos de éstos debe existir requiere, como insumo, conocer la distribución de los hospitales (demanda de hemoderivados) y de la población donante potencial (oferta de sangre). Afortunadamente, estas dos distribuciones son coincidentes. El proceso más sencillo y eficaz para evaluar esta decisión es realizar un análisis incremental de la siguiente manera:

El primer paso es trazar un mapa nacional con la distribución de las principales ciudades y anotar, para cada una, su demanda por hemoderivados o una variable "proxi" de ésta, como la población. En esta etapa no se requiere una gran precisión en la ubicación (basta con especificar el nombre de la ciudad) ni en la demanda (basta con conocer la población de la ciudad y las ciudades y pueblos aledaños en un radio de aproximadamente doscientos kilómetros). La demanda puede anotarse en cada ciudad como un porcentaje de la demanda (población) nacional. El mapa debiese ser como el que se presenta en la Ilustración 3 para una población total de 10 millones de habitantes y una oferta ideal de sangre de 500 mil unidades por año.

**Ilustración 3. Mapa hipotético de ubicación de la demanda**



<sup>5</sup> En rigor, el costo de reclutar y mantener donantes será mayor en un sistema atomizado, dado que el índice de fraccionamiento es en general menor que en un sistema regionalizado (debido a que presenta un procesamiento menor), lo que resulta en una mayor necesidad de donantes para una misma producción de hemoderivados. Sin embargo, grosso modo, puede considerarse el costo del reclutamiento y la manutención de donantes como independiente del grado de regionalización del sistema. En la 3a Conferencia Latinoamericana de Bancos de Sangre, los participantes coincidieron en estimar en US\$ 7 por año el costo de reclutar y mantener un donante.

Casi siempre la población se concentra fuertemente en torno a algún punto del territorio, por lo que este sólo ejercicio permitirá encontrar la ubicación óptima del primer centro de sangre. Una vez definido este lugar (ciudad), la siguiente etapa es determinar si con un centro de sangre ubicado allí es posible abastecer de hemoderivados a todo el país o si, por el contrario, será necesario un segundo centro. Nuevamente, condiciones de disponibilidad de recursos humanos y de rutas de acceso siempre exigen que los centros estén ubicados en las ciudades más desarrolladas. Este tipo de restricciones, entre otras, hace fútil el intento de encontrar una localización geoméricamente óptima pero infactible en la práctica. Por esta razón la precisión geométrica no es necesaria ni útil: las posibilidades de localización están restringidas desde el inicio a las ciudades más importantes.

En este ejemplo, un centro debiese estar ubicado necesariamente en la Ciudad 3. La decisión de hacer un segundo centro depende del costo de abastecer a los hospitales de todo el país desde el centro de sangre ubicado en la Ciudad 3, comparado con abastecer a las ciudades del este desde un segundo centro, ubicado, por ejemplo, en la Ciudad 9.

Fin del Resumen Ejecutivo

## B. Donación

### 1. ¿Cómo se determina la cantidad de sangre entera y la cantidad de donantes que se requiere?

Existen diversos métodos para determinar la necesidad de donaciones de sangre. Para los efectos de esta Guía, un método sencillo es considerar que en un país "referencial" se demanda anualmente una cantidad de unidades de sangre entera<sup>6</sup> equivalente al 5% de su población. En los Estados Unidos, por ejemplo, que en esta materia puede ser considerado un país avanzado, aproximadamente ocho millones de donantes entregan cada año 14 millones de unidades de sangre entera (incluyendo 700 mil unidades de donación autóloga<sup>7</sup>) que es separada en sus componentes. En los EE.UU., los 14 millones de unidades de sangre entera donados anualmente se convierten en casi 27 millones de unidades de componentes, que se transfunden a aproximadamente 4.5 millones de pacientes. De estos 27 millones de unidades transfundidas, 12 millones corresponden a Glóbulos Rojos.

Usando el criterio del 5% de la población, la necesidad de sangre entera para los países de América Latina sería aproximadamente la que se muestra en la Tabla 8.

Tabla 4: Necesidad "ideal" de sangre donada para cada país

País	Población (millones)	Necesidad de sangre "ideal" (5%)
Argentina	32	1,600,000
Brasil	160	8,000,000
Chile	14.8	740,000
Colombia	41.6	2,080,000
Costa Rica	3.3	165,000
Cuba	11	550,000
Ecuador	12.2	610,000
El Salvador	6	300,000
Guatemala	11.3	565,000
Guyana	0.77	38,500
Honduras	6.0	300,000
Jamaica	2.5	125,000
México	95	4,750,000
Nicaragua	4.4	220,000
Panamá	2.7	135,000
Paraguay	5.2	260,000
Perú	25.2	1,260,000
República Dominicana	8.4	420,000
Trinidad y Tobago	1.3	65,000
Uruguay	3.2	160,000

<sup>6</sup> Una unidad de sangre entera corresponde a 450 centímetros cúbicos.

<sup>7</sup> Pacientes con cirugía programada pueden ser elegibles para donar sangre para ellos mismos, un proceso conocido como la donación de sangre autóloga. En las semanas antes de la cirugía, un paciente puede donar sangre que se guardará hasta el procedimiento quirúrgico.

El criterio del 5% es a todas luces un ideal excesivo. Considerando esta realidad, se corregirá este criterio para dar cuenta de las que parecen ser las necesidades reales de sangre en los países de América. En lo que sigue, se considerará que 200,000 donaciones para una población de 10 millones de habitantes (esto es, un 2%) son el “referencial realista” a alcanzar y en torno al cual se desarrollará los ejemplos de esta guía. En todo caso, por ser el modelo de estimación de costos paramétrico, esta situación podrá modificarse fácilmente.

Es importante en esta fase que cada país determine cual será el estándar a aplicar, toda vez que el consumo de productos sanguíneos está determinado por el nivel de desarrollo de la medicina (ej. Programas de Hemofilia; Trasplantes; Oncología; etc...) y de la evaluación de su uso (Al poner en práctica modelos que velan por el uso adecuado de los productos, el consumo global cae entre un 5-10%, de acuerdo a la experiencia chilena)

## 2. ¿Cuánta sangre se usa en transfusiones?

Una forma distinta y más detallada para estimar la demanda por sangre es considerar el uso de sangre en diferentes situaciones y enfermedades, determinar la cantidad de tales situaciones (prevalencia de las enfermedades) y sumar los sub-totales respectivos. Este método se usó al inicio del estudio realizado en Chile, resultando en un abigarrado primer informe que, a partir de una estimación de la posible evolución de las políticas y programas ministeriales y de proyecciones demográficas, estimaba la demanda.

Avanzado el estudio en el caso de Chile se concluyó que el método, aunque parece extremadamente preciso, exige una gran cantidad de supuestos y cálculos discutibles, y que es de escaso valor agregado para la dimensión del sistema. En efecto, para los efectos de evaluar el costo de regionalizar, basta con una estimación gruesa de la demanda, estimación que está cubierta suponiendo que se requiere una cantidad de unidades de sangre entera equivalente al 5% de la población (o al 2%, con el “ideal corregido”). En todo caso, el uso de sangre para diversas situaciones terapéuticas se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5. Uso de sangre en diversas situaciones**

Situación	Cantidad de sangre
Desviación de la Arteria coronaria	1- 5 unidades
Reemplazo de cadera fracturada	2- 5 unidades
Cirugía cardiovascular	2-25 unidades
Úlcera sangrante	3-30 unidades
Cirugía del cerebro	4-10 unidades
Accidente de auto o herida de bala	50 unidades
Trasplante de hígado	100 unidades
Otros Trasplantes de órganos	10 unidades
Trasplante de Médula	2 unidades diarias
Anemia Aplástica	4 unidades mensuales
Cáncer	8 unidades semanales

Fuente: Sitio web de la AABB (American Association of Blood Banks)

## 3. ¿Cómo se financian los sistemas?

Aunque en general no se paga pro la sangre donada, hay costos significativos asociados a la colecta y a las pruebas, a la preparación de componentes, su almacenamiento y distribución, al reclutamiento y educación de donantes y al aseguramiento de la calidad. En los EE.UU., los centros de sangre y los hospitales cobran una cuota para cubrir los costos del sistema, como promoción, reclutamiento de donantes, colecta, pruebas, almacenamiento, distribución, administración y costos del personal. En los hospitales hay cargos por administrar la transfusión de sangre. La mayoría las pólizas de seguro de salud cubren estas cuotas. Antes de discutir la forma de financiamiento, en todo caso, es menester conocer el costo del sistema, total y unitario, lo que esta guía permite.

## 4. ¿A quién dirigir las campañas para reclutar donantes y cómo realizar la colecta?

Para ser elegible para donar sangre, una persona debe ser saludable, mayor de 17 años de edad y pesar al menos 50 kilogramos. La mayoría de los bancos de sangre en países desarrollados no tiene límite de edad superior. Todos los donantes deben pasar exámenes físicos y de historial de salud antes de la donación.

El cuerpo del donante recupera el fluido perdido en la donación en 24 horas, y reemplazar los glóbulos rojos perdidos puede tomar hasta dos meses, que es el tiempo entre donaciones para un donante voluntario altruista regular. Un procedimiento en aumento es la aaféresis, en que se extrae un componente específico de la sangre, como plaquetas, y se devuelve los componentes restantes al donante, como los glóbulos rojos y el plasma. La aaféresis puede usarse para recolectar plasma (parte líquida de la sangre), y devolver los glóbulos rojos al donante. El procedimiento de donación de aaféresis toma más mucho tiempo que la donación de sangre entera. La donación de una unidad de sangre entera toma aproximadamente 10-20 minutos, mientras una donación de la aaféresis puede tomar aproximadamente una a dos horas.

A partir de la necesidad de sangre entera determinada precedentemente (por ejemplo, 200,000 unidades anuales por cada 10 millones de personas), es fácil determinar la cantidad de donantes voluntarios altruistas que se requiere. En efecto, si una persona puede donar como máximo seis unidades de sangre entera cada año (i.e., una donación cada dos meses), el número mínimo de donantes que se requerirá es un sexto de la cantidad de sangre entera determinada como necesaria. Sin embargo, este donante es ideal y no existe en la realidad, por lo que las campañas de promoción deben tender a generar una cultura de la donación desde la niñez. Siguiendo con el ejemplo de los EE.UU., un donante entrega anualmente 1,75 unidades de sangre cada año en promedio.

Según sea la frecuencia de donación de los diversos donantes, la cantidad de donaciones necesaria quedará satisfecha con más o menos donantes. A continuación se presenta un ejemplo hipotético.

**Tabla 6. Cálculo del número de donantes ideal a partir de la necesidad de donaciones.**

Donantes	Donaciones
Población	10 millones
Unidades de sangre necesarias por año (2%)	200,000
10,000 donantes donan 4 veces al año	40,000
20,000 donantes donan 3 veces al año	60,000
10,000 donantes donan 2 veces al año	20,000
80,000 donantes donan 1 vez al año	80,000
Total de donaciones	200,000
Total de donantes	120,000
Donaciones anuales promedio por donante	1.67

Cada país debe estimar las donaciones anuales promedio por donante que logrará, pudiendo usar una cifra creciente a medida que pasan los años debido al impacto de las campañas. Por ejemplo, puede estimarse que el primer año se tendrá una donación por cada donante, en promedio, lo que exigirá reclutar 200,000 donantes para obtener 200,000 donaciones. Para los años siguientes, a medida que aumenta el promedio de donaciones por donante, disminuirá la necesidad de donantes (para lograr la misma cantidad de donaciones).

Adicionalmente, es posible realizar donaciones de componentes. Si para la donación de sangre entera los donantes pueden dar 450 cc generalmente 2 a 3 veces por año (en Francia hasta 3 veces las mujeres y hasta 5 veces los hombres), en las donaciones de plasma por aaféresis, cada donación consiste en 500 a 600 cc. de plasma, pudiéndose llegar a 15 litros por año (como es en Inglaterra) o hasta 12 litros por año (en Francia). Si sólo se extrae plaquetas por aféresis y se devuelve el resto de los componentes al donante, el volumen máximo a extraer por donación es de 600 cc y la frecuencia puede variar tanto como hasta 24 veces por año (Inglaterra) o 5 veces por año (en Francia). En todo caso, para una estimación de costos como la de esta Guía, este tipo de caso particular no se considera, pues no aporta mucho a facilitar ni a hacer más precisa la estimación, y sí aporta a hacerla más compleja.

## 5. ¿Qué etapas se desarrollan en la donación?

### a) Llamada a los donantes.

Un centro de donaciones debe mantener registros computarizados (bases de datos) de los datos personales de sus donantes, que le permita identificar y seleccionar personas para una sesión de donación en base a las características de ella y la frecuencia con que da sangre. El intervalo de tiempo aceptado entre donaciones varía de un país a otro; por ejemplo en Francia es de 8 semanas, en Inglaterra de 16 y en los EE.UU. de 8.

El sistema de información utilizado debe generar cartas de citación en las que se especifica la fecha y hora de la sesión. Es útil que esta carta esté acompañada de un instructivo con las principales razones médicas que impiden dar sangre para evitarle a los donantes acudir al centro y ser rechazados. Hay que llamar más donantes de los requeridos para suplir las ausencias. El establecer un número de identificación único de la donación a nivel nacional que sea reconocido por cualquier centro facilita la transferencia de donantes de un lugar a otro dentro del país.

#### **b) Identificación de los donantes.**

Al momento de llegar a la sesión el donante es identificado y se debe establecer un vínculo entre el donante y la donación por un sistema de código de barras que se coloca en las bolsas de colecta de sangre. Las muestras de sangre en los tubos llevan una identificación similar que facilita que la donación sea identificada en cualquier etapa del proceso (trazabilidad) permitiendo el seguimiento del donante ante la eventualidad de una reacción adversa a la transfusión.

#### **c) Evaluación de la Hemoglobina o Hematocrito.**

Todos los donantes potenciales deberán tener una estimación de la hemoglobina o un hematocrito. El proceso de donación hace perder al donante alrededor de 250 mg. de hierro. El método estándar es tomar una muestra por punción capilar ya sea del dedo o del lóbulo de la oreja y usar la técnica del sulfato de cobre o un hemoglobinómetro, o realizar un hematocrito, según los recursos existentes. Si los resultados arrojan una alteración en la prueba, se debe tomar un hemograma y derivar al donante a un médico si se confirma la alteración.

#### **d) Evaluación de salud pre donación.**

El propósito de esta etapa es excluir al donante capaz de transmitir alguna enfermedad o medicamentos al receptor. Aunque toda la sangre se estudie buscando agentes infecciosos, no es posible eliminar la ventana temporal entre el momento en que el donante está infectado pero no ha producido aún anticuerpos apropiados que se puedan detectar en los exámenes de rutina. Diversos estudios demuestran que el interrogatorio oral a los donantes sobre conductas de riesgo es la forma más efectiva de detectar donantes de riesgo. El problema que se puede generar es falta de privacidad, lo que puede resultar complejo en comunidades pequeñas. Es difícil para un donante admitir sus conductas de riesgo y dejar el lugar de la colecta sin donar, por lo que es aconsejable utilizar una encuesta confidencial y no permitir que el resto de los donantes infiera quien donó y quien no (por ejemplo, midiendo los tiempos de permanencia). En la encuesta confidencial se le pide al donante que conteste un cuestionario marcando un casillero para indicar si la donación es segura o no para una transfusión. Este cuestionario, que tiene solo el código de barra, posteriormente es analizado y las unidades correspondientes deben ser eliminadas. Los donantes que manifiesten no ser seguros deben ser monitoreados en forma confidencial para realizar un seguimiento. Si embargo, estos cuestionarios presentan problemas debido a que muchas personas no los entienden o no ponen atención al llenarlos, lo que genera unidades de sangre innecesariamente excluidas. Los cuestionarios confidenciales tienen el valor de permitir detectar donantes de alto riesgo, por lo que se sigue recomendando su uso, pero deben ser muy simples y de fácil comprensión, sobre todo para aquellas personas que tienen una limitada educación.

Pedir al donante que lea algunas recomendaciones previamente a la donación no ha demostrado ser muy efectivo, lo que ha llevado a muchos centros a utilizar una entrevista directa más intensa en los nuevos donantes y en los donantes alejados por mucho tiempo del centro. Las razones médicas de rechazos definitivos o temporal deben ser estipuladas a nivel nacional y deben estar en continua revisión para no generar desconcierto en los donantes. La mala o poca capacitación del personal también presenta alta incidencia en rechazos injustificados de donantes, por lo que debe estandarizarse los criterios para rechazar donantes. En la 3a Conferencia Latinoamericana de Bancos de Sangre se concluyó que incluso entre personas educadas y profesionales de la salud hay errores y confusiones importantes respecto de las causas de exclusión de donantes (por ejemplo, la edad).

#### **e) Extracción.**

Este proceso debe realizarse cumpliendo con ciertos estándares que aseguren la calidad de la sangre extraída. Básicamente, debe realizarse dentro de un lapso de tiempo corto (menor a 10 minutos), sin que el donante se desmaye, tenga vómitos u otras circunstancias que disminuyan la calidad del producto. Ciertamente, las condiciones materiales también deben ser adecuadas. En este proceso se realiza la identificación de la sangre, que consiste en crear una relación de identidad entre ésta y el donante del que proviene. En este subproceso puede existir eliminación de sangre, debida a la ocurrencia de cualquier falla.

Una vez que el donante aprueba la evaluación pre donación, se puede proceder al proceso de extracción de la sangre. Al donante se le debe revisar la presión, y si presenta hipertensión debe ser rechazado. El donante debe ser acomodado en un

sillón y limpiársele la piel de la fosa antecubital (lugar de la extracción), se debe seleccionar una vena evitando venas frágiles y superficiales. Se puede utilizar una inyección intradérmica de lidocaína antes de insertar la aguja 16 G, que va unida al equipo de extracción. La bolsa de colecta debe contener un anticoagulante (citrato), que debe ser mezclado con la sangre en forma manual o con una balanza y agitador automático. La donación dura habitualmente 5 a 7 minutos, pero puede haber más demora si la punción no está bien hecha y si hay espasmos de la vena. Las donaciones que demoran más de 12 minutos en muchos países se usan sólo como sangre entera, ya que puede haber deterioro del plasma y de las plaquetas. La extracción debe ser realizada en forma continua hasta que se alcance el peso requerido en la bolsa. El volumen de sangre extraído es calculado multiplicando el peso de la donación por 1.06, que es el volumen específico de la sangre. La donación puede resultar en algunas complicaciones menores, pero una punción arterial o daño al nervio mediano pueden ser muy peligrosos.

**f) Cuidados del donante post-donación.**

Después de la donación se debe comprimir con firmeza para evitar la formación de hematomas en el donante. Se le debe indicar al donante la ingesta abundante de líquidos en las horas que siguen y aconsejar evitar actividades físicas inmediatamente post-donación. Los donantes que tienen pasatiempos peligrosos u ocupaciones en vehículos de servicio público deben esperar algunas horas antes de retomar sus actividades.

**6. ¿Cuánto personal y equipamiento se requiere para las colectas móviles?**

Los donantes pueden acudir al Centro de Sangre a donar (previa citación) o pueden hacerse colectas móviles. Esta segunda opción es muy recomendable en las etapas iniciales de la promoción de la donación voluntaria altruista pues agrega alta visibilidad al sistema, aumentando la sensibilidad de la comunidad a las campañas. Hay muchos lugares donde las colectas de sangres pueden hacerse. Vehículos especialmente acondicionados para ello deben viajar a las escuelas secundarias, universidades, iglesias, fábricas, empresas y organizaciones de la comunidad para realizar colectas.

Un modelo para dimensionar las necesidades de vehículos para la colecta móvil es la siguiente: en una jornada de ocho horas y media, atendiendo a tres donantes por hora por sillón<sup>8</sup> y contando con cuatro sillones por vehículo, se atenderá a cien donantes. Deberá haber un médico por vehículo, una enfermera por cada dos sillones (dos enfermeras por vehículo), un auxiliar capacitado y un chofer, además de bolsas y equipos de extracción en proporción al número de donaciones a recolectar.

Otro modelo alternativo es considerar que los vehículos son solo de transporte de materiales, insumos y personal, que no cuentan con sillones sino que se utilizan para movilizar a los equipos a los lugares de colecta. Esta consideración no afecta el "rendimiento" del personal señalado anteriormente sino solamente los requerimientos de inversión. Dado que para una población de 10 millones se considera procesar una donación anual de 200 mil unidades, y un vehículo en una jornada puede procesar 100 donaciones, es claro que a nivel nacional debe contarse idealmente con 2,000 jornadas de trabajo de estos vehículos (incluidos su personal y el equipo de extracción). Esto supone, evidentemente, que el 100% de la sangre se colecta a través de estos móviles que visitan universidades, centros comunitarios, centros comerciales, empresas y lugares de concentración de gente.

En los centros urbanos más grandes, estos vehículos podrán salir a diferentes puntos de la ciudad o de ciudades cercanas prácticamente todos los días sin agotar la población dispuesta a donar sangre. Esta dimensión permite muchas alternativas, gobernadas por la siguiente ecuación general:

$$\text{Necesidad total de donaciones a colectar en móviles} = \text{Cantidad total de vehículos} \times \text{N}^\circ \text{ de donaciones diarias por vehículo} \times \text{N}^\circ \text{ de días por año de colecta móvil}$$

Esta ecuación, puesta de otra manera, resulta en la siguiente forma de dimensionar la cantidad de vehículos para colecta móvil:

$$\text{Cantidad total de vehículos} = \frac{\text{Necesidad total de donaciones a colectar en móviles}}{(\text{N}^\circ \text{ de donaciones diarias por vehículo} \times \text{N}^\circ \text{ de días por año de colecta móvil})}$$

Siguiendo con las cifras del ejemplo, esta ecuación se resolvería de la siguiente manera para una población de 10 millones de personas:

<sup>8</sup>La extracción toma diez minutos, y debe considerarse otros diez de preparación y recuperación, lo que resulta en tres donantes por hora por sillón.

$$\text{Cantidad total de vehículos} = 200,000 / (100 \times 250)$$

De esta manera, si cada vehículo realiza en promedio 250 días de colecta por año y en cada día logra 100 unidades de sangre entera, colectará 25,000 unidades por año (el denominador de la ecuación anterior), lo que exigirá 8 vehículos de este tipo en el país por cada 10 millones de habitantes (esto es, para satisfacer las 200 mil donaciones del ejemplo). El costo de estos vehículos, con sus implementos, consumibles y personal, dependerá de los precios locales, y se incorpora en el modelo de estimación (desarrollado en Excel).

Adicionalmente a estos valores, es necesario realizar permanentemente campañas de promoción de la donación voluntaria altruista, de modo tal que se logre en algunos años contar con una base de donantes suficiente para lograr la autonomía en este aspecto. El costo de estas campañas también depende del país en cuestión, aunque en general una fracción importante del personal dedicado a ello es voluntario, y el Centro de Sangre debe coordinarlo. Como se señaló, en la 3a Conferencia Latinoamericana de Bancos de Sangre, los participantes coincidieron en estimar en US\$ 7 por año el costo de reclutar y mantener un donante.

## C. Procesamiento

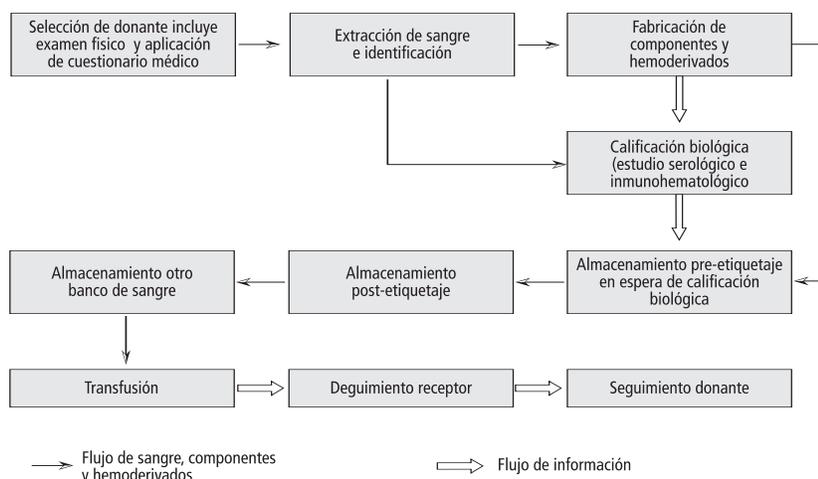
### 1. ¿Por qué centralizar la producción de hemoderivados?

Una somera revisión de las experiencias internacionales en la materia muestra que, si bien es posible encontrar ejemplos de diversas formas de organización de los Sistemas de Bancos de Sangre la tendencia predominante es, precisamente, hacia sistemas regionalizados. La regionalización de los Sistemas de Bancos de Sangre corresponde a la concentración de las actividades pertinentes en un número reducido de Centros, en contraposición a una organización basada en una amplia dispersión de los Bancos de Sangre, generalmente al interior de establecimientos hospitalarios.

### 2. ¿Cómo es el proceso general?

La sangre que sale del proceso de donación entra al proceso productivo, que se inicia con la fabricación de componentes y hemoderivados. Los componentes son almacenados a la espera de los resultados de la calificación biológica. Una muestra de la sangre que entra a fabricación de componentes entra al subproceso de calificación biológica, que consiste en la realización de dos tipos de estudio: Inmunoematológicos y Serológicos. Los primeros corresponden a la caracterización de la sangre (ABO, factor RH, etc.). Los segundos, a la detección de factores como VIH, Chagas y Hepatitis. Los componentes (que están en "Almacenamiento Pre-etiquetaje") fabricados a partir de sangre que no logre "aprobar" estos estudios son eliminados, y los que los aprueban son etiquetados según la información producida por la calificación biológica y pasan a "Almacenamiento Post-etiquetaje". Que se proceda a fabricar componentes antes de contar con información determinante de su aptitud se debe a la necesidad de proceder con rapidez (menos de 6 horas) para evitar daños al producto. La duración de cada uno de los productos y las condiciones necesarias para lograrla se presentan a continuación.

Ilustración 4. Proceso general del sistema.



### 3. ¿Qué alternativas de producción de hemoderivados existen?

Cada unidad de sangre entera es normalmente separada en varios componentes. Los glóbulos rojos pueden guardarse refrigerados en una solución preservante por un máximo de 42 días, o pueden congelarse para durar 10 años. Las plaquetas se almacenan a temperatura ambiente por un máximo de cinco días. El plasma normalmente se mantiene en congelado por un año. Los crioprecipitados de factor antihemofílico, que contienen factores de coagulación específicos, se obtienen de plasma fresco congelado y también pueden guardarse congelados durante un año. Otros productos de la sangre incluyen la albúmina, la inmunoglobulina, las inmunoglobulinas específicas y el factor concentrado de coagulación. Estos productos normalmente son hechos por fabricantes comerciales.

Las posibilidades de separación de una unidad de sangre entera son diversas, y debe usarse una u otra dependiendo de las necesidades locales en el momento del proceso. Entre las más comunes se cuentan las siguientes:

	Equipo Extracción Triple con CPDA Alt. A	Equipo Extracción Triple con CPDA Alt. A	Equipo Extracción Cuádruple con SAGM	Equipo Extracción Triple con CPDA
Glóbulos Rojos en Solución Aditiva	1		1	
Glóbulos Rojos 35 días		1		1
Plasma sin Crioprecipitados		1	1	1
Plasma Fresco	1			
Plaquetas Crioprecipitados	1	1	1	1
Plaqueta Estándar			1	1

Los componentes sanguíneos tienen diferentes requerimientos de almacenamiento. Estos deben ser rigurosamente observados a fin de mantener una óptima viabilidad y efectividad terapéutica y minimizar el potencial de contaminación bacteriana. Las plaquetas, en particular, requieren de agitación continua para mantener su función. Todas las unidades a distribuir quedan en cuarentena en un área separada hasta que los resultados de las pruebas son conocidos (aproximadamente 24 horas). La sangre que cumple con los estándares requeridos es liberada para ser distribuida a los hospitales que la necesitan. La duración de los componentes es como sigue:

**Tabla 7. Almacenamiento y vida media de componentes**

PRODUCTO	DURACIÓN	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO
Glóbulos Rojos	25 días	CPD
Glóbulos Rojos	35 días	CPD - A
Glóbulos Rojos	42 días	SAG-M
Concentrado de Plaquetas	3 días	En agitación continua a 20 ° ± 2 ° C
Plasma Fresco congelado	1 año	-30 ° C
Plasma sin crioprecipitados	1 año	-30 ° C
Crioprecipitados	1 año	-30 ° C

Según el anticoagulante usado es la sobrevida para los glóbulos rojos: 35 días si se usa CPD-adenina (CPDA), 42 días si se usa SAG-manitol (SAGM). También importa la calidad del plástico de la bolsa. Las soluciones aditivas están diseñadas para mantener los glóbulos rojos en buenas condiciones durante el almacenamiento. Una de las fórmulas más usadas es el SAGM (salina, adenina, glucosa y manitol).

Como se observa en la Tabla 7, las plaquetas son los componentes de menor vida media, y por lo tanto determinan la frecuencia de reposición a los hospitales (diaria), lo que a su vez determina la distancia máxima de un Centro de sangre a un hospital. En efecto, debe ubicarse los centros de sangre de manera tal que puedan abastecer diariamente de plaquetas

frescas a todos los hospitales, no siendo viable la posibilidad de mantener grandes inventarios de plaquetas. En todo caso, abastecer diariamente a los hospitales más lejanos por vía aérea permitiría mantener pocos centros de producción y podría seguir siendo una opción más económica que aumentar la cantidad de éstos.

#### 4. ¿Cómo se separa los componentes?

Si la sangre se trata para prevenir que coagule y se le permite reposar en un recipiente, los glóbulos rojos, más densos, se irán al fondo; el plasma se quedará en la parte superior y las plaquetas y glóbulos blancos permanecerán suspendidos entre el plasma y los glóbulos rojos. Una centrifuga se usa para acelerar este proceso. El plasma rico en plaquetas se separa en una bolsa estéril, y puede usarse para preparar plaquetas y plasma o crioprecipitados. Para hacer plaquetas, el plasma rico en plaquetas se centrifuga y las plaquetas se van al fondo de la bolsa. El plasma y plaquetas están entonces separados y disponibles para transfusión. El plasma también puede agruparse con plasma de otros donantes y puede procesarse aún más, o fraccionarse para proporcionar proteínas del plasma purificadas como la albúmina, la inmunoglobulina y los factores de coagulación. De una unidad de sangre entera se extrae, en Centros de Sangre de países desarrollados, 4 unidades de componentes, cifra que se llama "Índice de Fraccionamiento".

Después de colectar la sangre, se determina su grupo para ABO y su factor Rh, y se hacen pruebas de anticuerpos que pueden causar problemas en el destinatario. También se realizan pruebas para la infección del donante con virus de las hepatitis B y C, los virus del SIDA (VIH) 1 y 2, los virus de HTLV I y II, la sífilis y el mal de Chagas donde sea relevante.

#### 5. ¿Cómo conviene fraccionar la sangre?

Del procesamiento de la sangre entera puede obtenerse glóbulos rojos, plasma, plaquetas y crioprecipitados como sub-productos principales.

Debido a que las necesidades de uno u otro componente son diferentes, si se dimensiona la producción para satisfacer la demanda de glóbulos rojos ocurrirá la situación que se presenta en la Tabla 8, en que algunos componentes están en exceso y otros en déficit.

Las cifras son sólo referenciales y corresponden al ejemplo de 200,000 unidades de sangre entera por año, traducido en este caso en una necesidad de 200,000 unidades de glóbulos rojos por año.

**Tabla 8. Producción a 4 componentes.**

PRODUCTO	REQUERIDO	PRODUCIDO	SOBRANTE	FALTANTE
Glóbulos Rojos	200,000	200,000	-	-
Plasma	26,733	200,000	173,267	-
Plaquetas	126,234	200,000	73,766	-
Crioprecipitado	245,447	200,000	-	41,211

Como puede apreciarse, con un modelo de producción de 4 productos, se produce un exceso de plasma importante y también un exceso de aproximadamente 60% de plaquetas.

Las plaquetas son especialmente difíciles de producir, almacenar y trasladar por su labilidad, por lo que es imperativo producir sólo las cantidades requeridas. Por ello, son el primer producto que se ha tomado en consideración para estimar el modelo de producción de los Bancos de Sangre. Para producir la cantidad de plaquetas necesarias, sólo una parte de la producción del Banco de Sangre deberá hacerse a cuatro componentes, es decir, a partir de una donación efectiva se obtendrá: glóbulos rojos, plasma, plaquetas y crioprecipitado. Los resultados de este modelo productivo ajustado a los requerimientos de plaquetas, se presentan en la Tabla 9:

**Tabla 9. Producción a 4 componentes de un 63% de la donación.**

PRODUCTO	REQUERIDO	PRODUCIDO	SOBRANTE	FALTANTE (a producir en segunda etapa)
Glóbulos Rojos	200,000	126,234	-	73,766
Plasma	26,733	126,234	99,500	-
Plaquetas	126,234	126,234	-	-
Crioprecipitado	245,447	126,234	-	119,214

Para alcanzar el volumen requerido de glóbulos rojos y cubrir, al menos en parte, el faltante de crioprecipitado se fraccionará el resto de la sangre en 3 componentes: glóbulos rojos, crioprecipitado y plasma; el resultado de este segundo paso se presenta en la Tabla 10.

**Tabla 10. Producción a 3 componentes de un 37% de la donación.**

PRODUCTO	REQUERIDO (faltante de la etapa anterior)	PRODUCIDO	SOBRANTE	FALTANTE (después de las dos etapas)
Glóbulos Rojos	73,766	73,766	-	-
Plasma	-	73,766	73,766	-
Crioprecipitado	119,214	73,766	-	38,239

Del total de 200,000 unidades de glóbulos rojos requeridas en el ejemplo, 126,234 (63%) serán producidas mediante fraccionamiento en 4 componentes y 73,766 (37%) mediante fraccionamiento en 3 componentes. Esta alternativa de producción genera un déficit final de 38,239 unidades de crioprecipitados (18.5% de lo requerido)<sup>9</sup>, los que debieran ser provistos mediante liofilizados de factor VIII o factor VIII recombinante. Los requerimientos de plaquetas quedan enteramente cubiertos con este modelo de producción y, finalmente, se produce un exceso de plasma, equivalente a 173.266 unidades (99.500 en la primera etapa de fraccionamiento a cuatro componentes + 73,766 unidades en la segunda etapa de fraccionamiento a tres componentes), que puede ser enviado para ser procesado en una planta de fraccionamiento.

Para cubrir un esquema de requerimientos de productos como es presentado en el ejemplo, se requiere por lo tanto fraccionar en 4 componentes el 63% de la sangre colectada y en 3 componentes el 37% restante. En cada caso particular, dependiendo de condiciones locales y de la estrategia general que adopte cada país, las necesidades de componentes pueden ser diversas. Este ejemplo sólo pretende mostrar que la estrategia de fraccionamiento puede utilizarse inteligentemente para hacer un mejor uso de la sangre colectada. En el modelo de estimación de costos (Excel) se supondrá las estrategias mostradas en el ejemplo (i.e., se supondrá que anualmente se procesa 126,234 unidades a 4 componentes y 73,766 unidades a tres componentes) para estimar el costo en insumos de los Bancos de Sangre.

## 6. ¿Qué equipo se requiere y cuanto cuesta?

Para que la comparación de los costos de las diferentes opciones de regionalización tenga significado, estas opciones deben ser técnicamente equivalentes, y entregar el mismo nivel de calidad y seguridad en los mismos productos. La automatización de los procesos productivos y, especialmente, de los procesos de laboratorio (calificación biológica y serología), sin embargo, hace que los Centros grandes ofrezcan un nivel de seguridad que los pequeños nunca alcanzarán sin automatización. Esta diferencia intrínseca se intenta compensar en el modelo de estimación de costos por la vía de agregar personal en los Centros pequeños para labores de verificación y seguridad.

Para estandarizar la evaluación, se considera tres tamaños de Centro de Sangre, adecuados a la realidad de los países latinoamericanos. Se considera un Centro de Sangre pequeño el que procesa menos de 10,000 donaciones por año, y 5,000 en promedio. Un Centro de Sangre mediano será el que procesa entre 10,000 y 25,000 donaciones por año con un promedio de 15,000. Finalmente, un Centro de Sangre grande será el que procesa más de 25,000 donaciones por año, con un promedio de 50,000. A modo de referencia, este último Centro sería considerado muy pequeño en los Estados Unidos, y estaría en el tamaño mínimo para justificar su existencia.

<sup>9</sup>Como puede apreciarse, la producción de crioprecipitados deriva de la decisión de considerar como productos críticos a los glóbulos rojos y a las plaquetas; esto es consistente, pues los crioprecipitados no son un producto especialmente crítico en la actualidad. A diferencia de los glóbulos rojos y de las plaquetas, el conocimiento de las patologías hereditarias de la coagulación y la disponibilidad comercial de productos elaborados fuera del Banco de Sangre permiten tomarse esta libertad.

Los elementos de inversión necesarios para un Centro de Sangre se detallan a continuación, con sus correspondientes precios unitarios de referencia, y se anota la cantidad de cada uno de ellos que se requiere para equipar un Centro de Sangre estándar de cada tipo. Seguidamente se presentan los resultados de realizar esta inversión en cada tipo de Centro.

**Tabla 11. Inversión en tres tipos de Centro de Sangre**

Item de Inversión	Precio Unitario US\$	Cantidad necesaria por tipo de Centro		
		Pequeño	Mediano	Grande
Agitador de bolsas de sangre peso program.	4,500	2	4	10
Agitador de microplacas	1,200	1	1	2
Agitador de plaquetas con incubador ( 36 bolsas)	6,500	2	-	-
Agitador de plaquetas con incubador (100 bolsas)	9,500	-	2	4
Agregómetro	11,800	1	1	1
Analizador automático inmunohematológico (gel)	30,000	-	-	1
Analizador de Ph	2,397	1	1	1
Balanza adulto c / tallímetro	424	1	1	1
Balanza de precisión	2,238	1	1	1
Balanza digital 1 kg.	2,256	1	2	3
Baño descongelador para crioprecipitado	10,700	1	1	1
Baño descongelador para plasma 37°C	4,450	1	1	1
Baño termorregulador 20 tubos	1,800	-	-	-
Baño termorregulador 40 tubos	2,000	3	4	6
Baño termorregulador 80 tubos	4,200	-	-	-
Bomba aspiración de tubos (bomba de agua)	500	1	1	2
Conector estéril de manguera	25,000	1	1	1
Cámara fría + 4°C	7,500	1	1	1
Cámara fría -30°C	18,750	2	2	2
Carro de paro sin monitor desfibrilador	2,108	1	1	1
Centrífuga inmunohematológica	3,500	2	3	3
Centrífuga lavadora de glóbulos	8,300	1	2	3
Centrífuga para microhematocrito	2,186	1	2	2
Centrífuga para microplacas	7,100	1	1	1
Centrífuga refrigerada (4 capachos)	19,980	1	-	-
Centrífuga refrigerada (6 capachos)	33,000	-	1	3
Centrífuga universal (tipo 1)	6,345	1	1	1
Contenedores plásticos transporte de muestras	127	2	4	12
Contenedores plásticos transporte de sangre	127	5	5	20
Destilador de agua 20 lts.	4,230	1	1	2
Dispensador automático múltiple	600	1	2	2
Equipamiento técnica ELISA semi o automatizado	60,000	0.1	0.3	1
Esfigmomanómetro rodable	212	1	2	4
Estetoscopio	11	1	2	4
Estufa de cultivo	4,089	1	1	1
Fibrómetro	4,935	1	1	1
Freezer banco de sangre -30°	14,946	1	1	2
Freezer banco de sangre -80°	14,946	1	1	2
Furgón reparto	15,500	1	1	2
Grupo Electrónico	9,440	1	1	1
Horno secador	6,150	1	1	1
Incubador técnica ELISA	1,700	1	1	1
Incubador y centrifuga para técnicas en gel	4,000	1	1	1
Lavador técnica ELISA	4,600	1	1	1
Lavador material de vidrio	8,700	1	1	1

Lector técnica ELISA	15,500	1	1	1
Microscopio fluorescencia	14,400	1	1	1
Microscopio invertido	5,600	1	1	1
Microscopio universal	3,384	1	1	1
Pinzas exprimidoras	200	4	6	11
Pipetas automáticas 10, 50, 100, 500 ul	282	6	8	12
Pipetas automáticas volumen variable	353	6	8	12
Prensa desplasmatorizadora	1,923	4	6	6
Refrigerador banco de sangre (100 bolsas)	8,500	1	-	-
Refrigerador banco de sangre (165 bolsas)	11,308	-	1	-
Refrigerador banco de sangre (720 bolsas)	14,000	-	-	1
Refrigerador muestras	650	3	3	3
Refrigerador reactivos	650	2	2	2
Rotador VDRL	705	1	1	1
Sellador automático de mangueras sobremesa	5,300	2	3	4
Sellador portátil de mangueras	846	1	2	4
Separador de células	45,000	0.1	0.3	1
Separador automático programable bolsas	40,000	0.1	0.3	1
Separadores semiautomáticos p/ bolsas de sangre	1,700	2	2	4
Sillón atención donantes	2,594	2	4	8
Sillón para aféresis	2,594	0.1	0.3	1.0
Unidad móvil de colecta de sangre equipada	100,000	0.1	0.3	1.0
Edificios (m2 construidos)	881	360	566	2,034
Capacitación médicos en medicina transfusional	28,325	1	1	3
Capacitación médicos en administración	2,000	1	1	1
Capacitación técnica a enfermeras	1,200	2	2	5
Capacitación a enfermeras en administración	2,000	1	1	1
Capacitación técnica a Tecnólogos Médicos	1,200	4	5	6
Capacitación Tecnólogos Médicos en administración	2,000	1	1	1

Fuente: Estudio para la regionalización en Chile, en base a cotizaciones con diversos proveedores.

Nota: En la aplicación práctica de esta guía en cada país, debe usarse precios adecuados al país.

Además de considerar la cantidad de donaciones a procesar en cada tipo de centro cada año (cinco mil, quince mil y cincuenta mil respectivamente), la cantidad de cada ítem en cada tipo de Centro fue determinada considerando la equivalencia técnica que las soluciones debían respetar. Así, algunos equipos que no existirían en un Centro de Sangre pequeño (como el separador de células o la unidad móvil de colecta) fueron considerados en una fracción de la unidad, representando la posibilidad de compartir equipos entre varios de estos centros. Esta consideración además permite representar el supuesto de calidad equivalente, necesario para comparar los resultados económicos de cada opción.

Multiplicando los precios por las cantidades anotadas y sumando, se tiene que la inversión en un Centro pequeño (5,000 donaciones por año en promedio) es de US\$ 750 mil, en un Centro mediano (15,000 donaciones por año en promedio) es de US\$ 1 millón y para crear un Centro grande, (50,000 donaciones por año en promedio) es necesario invertir casi US\$ 3 millones. La inversión por donante - año atendido, en todo caso, es un tercio en el Centro grande que en el pequeño.

**Tabla 12. Inversión necesaria para tres tipos de Centro de Sangre (US\$)**

Tipo de Centro	Pequeño	Mediano	Grande
Inversión	749,051	1,048,253	2,814,572
Inversión por donante – año	150	70	56

De la misma manera que se determinó la inversión, los ítems de gasto de operación necesarios para cada tipo de Centro de Sangre se detallan en la Tabla 13, con sus correspondientes precios unitarios, y se anota la cantidad de cada uno de ellos que se requiere para operar durante un año el Centro de Sangre.

Dado que en los diversos países es posible que existan cambios y costos en los equipos utilizados, se recomienda ajustar el listado referencial.

Esta misma consideración es aplicable a la plantilla de recursos humanos.

**Tabla 13. Gasto de operación en tres tipos de Centro**

ITEM DE GASTO	GASTO ANUAL US\$	TIPO DE CENTRO		
		Pequeño	Mediano	Grande
Médico director	19,740	1	1	1
Médico tratante	18,411	0	1	2
Tecnólogo Médico	15,210	4	5	6
Enfermeras	15,210	2	2	5
Técnico Paramédico	6,747	3	3	5
Trabajador Social (reclutamiento donantes)	15,210	1	2	3
Administrador	15,210	1	1	1
Secretaria	5,548	2	2	5
Chofer	5,610	1	2	3
Auxiliar de servicio	5,610	1	2	4
Insumos	US\$ 24 por donante			
Gastos para mantenimiento de la Inversión	5 % de la inversión			
<b>TOTAL (Personas)</b>		<b>16</b>	<b>21</b>	<b>35</b>

Fuente: Estudio Chile, en base a cotizaciones con diversos proveedores.

Al igual que con las inversiones, estas cantidades de personas se han multiplicado por los correspondientes precios y sumado para obtener el gasto total anual. El gasto en insumos de US\$ 24 por cada donante - año corresponde a una estimación basada en la experiencia del Centro Regional de Sangre de la Cruz Roja en Concepción, y se ha multiplicado por 5,000, por 15,000 y por 50,000 respectivamente para calcular el consumo anual de insumos en cada tipo de Centro. Los resultados de estas operaciones se presentan a continuación.

**Tabla 14. Gasto anual de operación para tres tipos de Centro (US\$)**

Ítem de Gasto de Operación Nombre	Costo unitario US\$	Tamaño del Centro de Sangre		
		Pequeño	Mediano	Grande
Médico director	19,740	19,740	19,740	19,740
Médico tratante	18,411	-	18,411	36,823
Tecnólogo Médico	15,210	60,842	76,052	91,263
Enfermeras	15,210	30,421	30,421	76,052
Técnico Paramédico	6,747	20,240	20,240	33,733
Trabajador Social (reclutamiento donantes)	15,210	15,210	30,421	45,631
Administrador	15,210	15,210	15,210	15,210
Secretaria	5,548	11,096	11,096	27,741
Chofer	5,610	5,610	11,221	16,831
Auxiliar de servicio	5,610	5,610	11,221	22,441
Insumos	US\$ 24 por donante	120,000	360,000	1,200,000
Gastos para mantenimiento de la Inversión	5 % de la inversión	37,453	52,413	51,220
<b>TOTAL</b>		<b>341,430</b>	<b>656,441</b>	<b>1,726,186</b>
<b>Gasto por donante/año</b>		<b>68</b>	<b>44</b>	<b>35</b>

Fuente: Estudio para la regionalización en Chile, en base a cotizaciones con diversos proveedores.  
Nota: al igual que para los ítems de inversión, debe ajustarse las remuneraciones a la realidad de cada país.

De este análisis se observa que el gasto anual de operación es de US\$ 340 mil en cada Centro pequeño, de US\$ 660 mil en los medianos y de más de US\$ 1.7 millones en los grandes. En todo caso, si se divide estos montos respectivamente por 5,000, 15,000 y 50,000 (los donantes por año atendidos en promedio en cada tipo de Centro), se tiene que el gasto unitario de operación por donante - año atendido es menos de la mitad en los Centros grandes que en los pequeños. Debe notarse la importancia del gasto en insumos en el total.

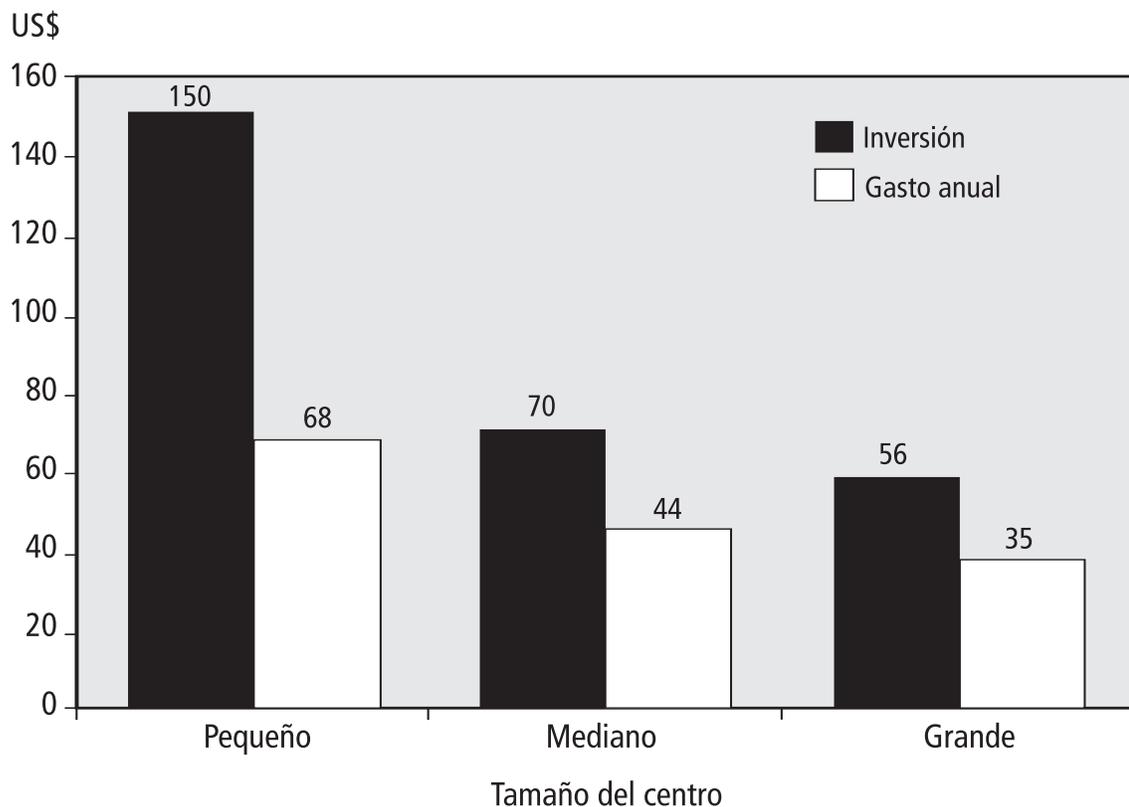
Al sumar la inversión necesaria en cada tipo de Centro con el gasto anual, sobre un horizonte de diez años y con una tasa de descuento de 10%, se obtienen los valores actualizados que se presentan en la Tabla 15.

**Tabla 15. Costos de inversión y operación para tres tipos de Centro**

TIPO DE CENTRO	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
Inversión	749,051	1,048,253	1,024,410
Gasto Anual	341,430	656,441	1,636,677
Valor actualizado (10%)	2,588,171	7,612,660	17,391,185

El costo total en diez años (horizonte de evaluación elegido arbitrariamente) se calcula en lo sucesivo sumando la inversión y diez años de gasto operacional, con una tasa de actualización de 10% anual (elegida también arbitrariamente). En la aplicación de esta guía en cada país debe escogerse la tasa de descuento más adecuada a su realidad. Para hacer esto, téngase presente que la tasa de descuento corresponde a la rentabilidad que se obtendría por los fondos en la mejor alternativa de inversión, y por lo tanto depende de las opciones que enfrente el país para invertir sus recursos siempre escasos. En la Ilustración 5 se presenta las curvas de costos por donante y el resultado del costo total dividido por el nivel promedio de donaciones de cada alternativa a 10 años, es decir, 50,000 donaciones para el pequeño, 150,000 para el mediano y 500,000 para el centro grande.

**Ilustración 5. Inversión y Gasto anual por unidad de sangre procesada para tres tamaños de centro**



Las diferentes alternativas de organización de un sistema de Centros de sangre consisten en una combinación de Centros de diverso tipo. En la tabla 16 se presenta todas las alternativas (combinaciones entre centros pequeños, medianos y grandes) que cumplen con la condición de procesar 200,000 donaciones por año. Como se puede apreciar, a medida que se atomiza la producción -es decir, a medida que se descentraliza la producción hacia un sistema de Bancos de Sangre basado en hospitales - aumenta el valor presente del costo total de producción. Por ejemplo, las 200,000 donaciones podrían en teoría ser procesadas con sólo 4 grandes Centros, a un costo total actualizado (a 10 años) de US\$ 48.8 millones. La misma demanda podría ser satisfecha con 40 Centros pequeños, con un costo actualizado de US\$ 103.5 millones. Se presenta a continuación las diversas combinaciones de centros que cumplen con satisfacer una necesidad de 200,000 donaciones por año, comenzando por cuatro centros de 50,000 donaciones anuales cada uno, y terminando por la opción de mantener 40 pequeños centros de 5,000 donaciones anuales cada uno.

**Tabla 16. Alternativas de organización de la producción y sus costos (US\$)**

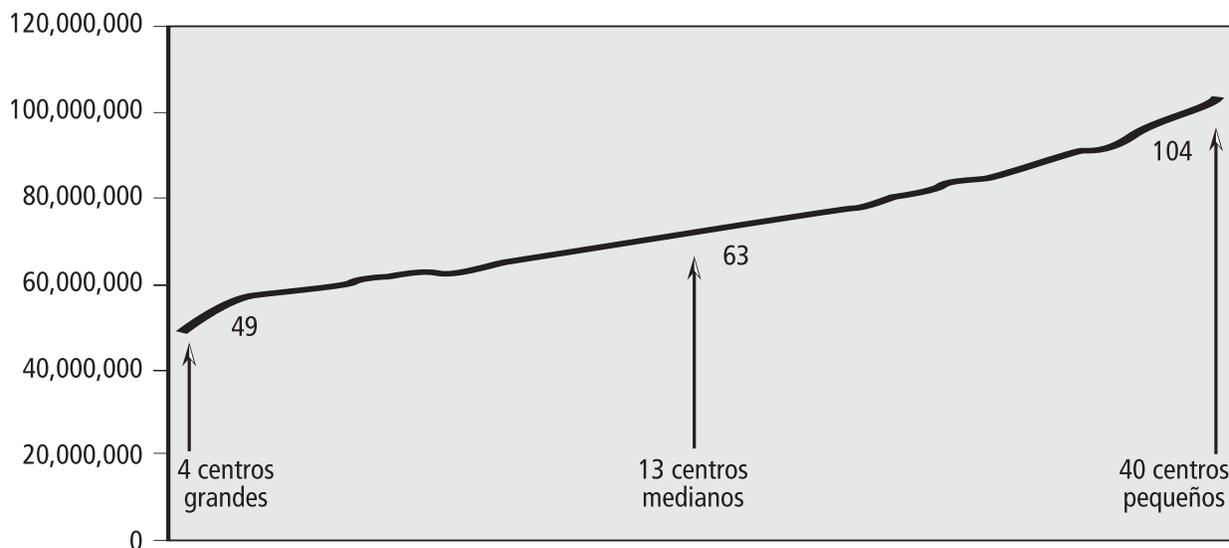
Nombre de la alternativa (N° grandes – N° medianos)	Cantidad de centros			Inversión	Monto total US\$	
	Grandes	Medianos	Pequeños		Gasto anual	VAN
Cuatro – cero	4	0	0	11,258,288	6,904,742	48,804,492
Tres – tres	3	3	1	12,337,527	7,489,308	53,050,986
Tres –dos	3	2	4	13,536,428	7,857,156	56,195,684
Tres – uno	3	1	7	14,735,329	8,225,004	59,340,383
Tres – cero	3	0	10	15,934,230	8,592,853	62,485,081
Dos – seis	2	6	2	13,416,766	8,073,874	57,297,480
Dos –cinco	2	5	5	14,615,667	8,441,722	60,442,179
Dos – cuatro	2	4	8	15,814,568	8,809,570	63,586,877
Dos – tres	2	3	11	17,013,469	9,177,418	66,731,575
Dos – dos	2	2	14	18,212,370	9,545,267	69,876,273
Dos – uno	2	1	17	19,411,271	9,913,115	73,020,971
Dos – cero	2	0	20	20,610,172	10,280,963	76,165,670
Uno – diez	1	10	0	13,297,104	8,290,592	58,399,276
Uno - nueve	1	9	3	14,496,005	8,658,440	61,543,975
Uno – ocho	1	8	6	15,694,906	9,026,288	64,688,673
Uno – siete	1	7	9	16,893,807	9,394,136	67,833,371
Uno – seis	1	6	12	18,092,708	9,761,984	70,978,069
Uno - cinco	1	5	15	19,291,609	10,129,832	74,122,768
Uno - cuatro	1	4	18	20,490,510	10,497,681	77,267,466
Uno – tres	1	3	21	21,689,411	10,865,529	80,412,164
Uno – dos	1	2	24	22,888,312	11,233,377	83,556,862
Uno – uno	1	1	27	24,087,213	11,601,225	86,701,560
Uno – cero	1	0	30	25,286,114	11,969,073	89,846,259
Cero - trece	0	13	1	14,376,343	8,875,158	62,645,771
Cero - doce	0	12	4	15,575,244	9,243,006	65,790,469
Cero - once	0	11	7	16,774,145	9,610,854	68,935,167
Cero – diez	0	10	10	17,973,046	9,978,702	72,079,865
Cero - nueve	0	9	13	19,171,947	10,346,550	75,224,564
Cero - ocho	0	8	16	20,370,848	10,714,398	78,369,262
Cero - siete	0	7	19	21,569,749	11,082,246	81,513,960
Cero – seis	0	6	22	22,768,650	11,450,095	84,658,658
Cero - cinco	0	5	25	23,967,551	11,817,943	87,803,356
Cero - cuatro		4	28	25,166,452	12,185,791	90,948,055
Cero – tres	0	3	31	26,365,353	12,553,639	94,092,753
Cero – dos	0	2	34	27,564,254	12,921,487	97,237,451
Cero – uno	0	1	37	28,763,155	13,289,335	100,382,149
Cero – cero	0	0	40	29,962,056	13,657,183	103,526,847

Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas anteriores.

Algunas de estas combinaciones podrán no ser muy razonables, ya sea por distancia, costo u otras causas. Sin embargo, se las presenta pues son todas las posibles alternativas que permiten procesar 200,000 donaciones por año, bajo el supuesto que los Centros pequeños procesan 5,000, los medianos 15,000 y los grandes, 50,000 donaciones por año en promedio.

En tal sentido, la Tabla 16 presenta las "alternativas teóricas" de organización y su costo. A partir de ellas se puede avanzar en la determinación de la(s) alternativa(s) más efectiva (s) y eficiente (s). En forma ilustrativa se presenta en la Ilustración 6 algunos costos totales. En dicha figura se visualiza claramente el aumento de costos al atomizar el sistema de Bancos de Sangre.

**Ilustración 6. Costo total en US\$ de procesar 200,000 donaciones a medida que se atomiza la producción**



Se observa claramente las economías de escala presentes en la producción. Cabe mencionar que, si se analiza de análoga manera la opción que considera 180 centros pequeños, equivalente a la situación actual de muchos países americanos, con un nivel de calidad y de seguridad equivalente al utilizado para todas las opciones, resultaría en los siguientes números:

**Tabla 17. Costo de producir con 180 centros pequeños**

Nº de Centros pequeños	Inversión	Gasto anual de operación	Total en 10 años
180	134,829,252	61,457,323	465,870,814

Claramente, la diferencia entre los costos de concentrar la producción y mantenerla atomizada es gigantesca, y a priori puede afirmarse que es suficiente para financiar varias veces el exigente sistema de distribución inherente a una opción de este tipo. Aún así, las opciones reales disponibles para la regionalización en los países americanos pueden estar condicionadas no sólo por criterios técnicos y económicos, sino por razones políticas, institucionales o de otro orden. Por esta razón, es posible que una regionalización extrema no sea viable, al menos inmediatamente. Se analiza a continuación los costos de distribución asociados a las diferentes opciones.

## D. Distribución

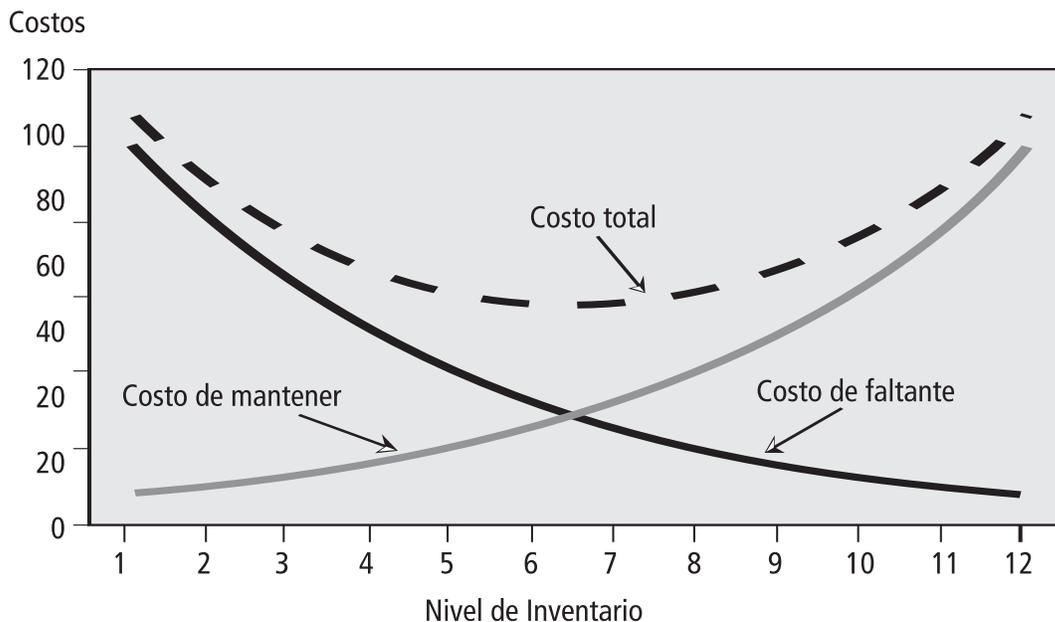
Además de las economías de escala en el procesamiento de la sangre y de las consideraciones acerca de las dificultades de transporte que presenta la geografía en cada país, debe considerarse la situación de los hospitales para diseñar y costear el sistema de distribución. En ellos, una cierta cantidad de inventario de cada producto debe ser mantenida. Se presenta a continuación las consideraciones sobre inventario a mantener en los hospitales y la frecuencia de reposición que debe satisfacerse, lo que permite determinar las características del sistema de distribución y, consecuentemente, su costo.

### 1. ¿Qué costos son relevantes en los inventarios?

Existen muchas formas de administrar inventarios, tendientes todas a cumplir con la optimización de alguna función (típicamente la de costos totales) cumpliendo con ciertas condiciones, típicamente relativas a la capacidad de almacenamiento y al "Nivel de Servicio" a satisfacer. Esta decisión puede ser tomada bajo un modelo conceptual de minimización de costos totales, considerando tres variables clave: la demanda promedio del subproducto (y sus variaciones) que enfrenta el hospital, el tiempo que demora reabastecer al desde su proveedor (un Centro Regional) y, finalmente, la vida media del producto. La determinación del nivel de existencias promedio óptimo se operacionaliza agrupando los costos en dos categorías. La primera se llama comúnmente Costo de faltante (Cf), y corresponde al costo total asociado al riesgo de enfrentar un evento de demanda que no pueda ser satisfecho debido a un insuficiente nivel en el inventario del producto. En el ejemplo de las plaquetas, en la simulación de diez y seis días existió un día en que hubo demanda insatisfecha. El costo de faltante es claramente decreciente con el nivel de inventario (a mayor inventario, menor probabilidad de ocurrencia de faltante). La segunda componente del costo se llama comúnmente Costo de mantener (Cm), y corresponde al costo asociado a la mantenimiento de las existencias, que incluye tanto el costo de administrarlas como el asociado a su obsolescencia (pérdida de valor debido al paso del tiempo) y/o deterioro. Este costo es claramente creciente con el nivel de inventario (a mayor inventario, mayor costo de mantener).

En general, en sistemas de inventario de bienes económicos para los que existe y opera un sistema de precios, ambos costos (Cf y Cm) pueden ser expresados en unidades monetarias. En el caso específico bajo estudio, existe una dificultad para sumar las funciones parciales de costo y construir la función de costo total, toda vez que el costo de faltante corresponde a un costo en el ámbito de la salud, de difícil cuantificación. Incluso de lograrse tal cuantificación (por ejemplo, en "Años de Vida saludable perdidos Ajustados por Discapacidad", AVAD), es discutible su expresión en unidades monetarias<sup>10</sup>. Lo que se hace en tales casos es diseñar el nivel de inventario de cada hospital según el "Nivel de Servicio" que se desee lograr, que corresponde a la probabilidad de que no haya demanda insatisfecha en un cierto período. Los sistemas de inventario se diseñan para satisfacer un cierto Nivel de Servicio predefinido, típicamente en el rango de 95% a 99%. A mayor Nivel de Servicio, mayor nivel de inventario medio y, por lo tanto, menor costo de faltante y mayor costo de mantener. La exigencia de Niveles de Servicio de 100% (i.e., la certeza de la no ocurrencia de un cierto evento de demanda) resultaría en niveles promedio de inventario indefinidamente altos<sup>11</sup>.

**Ilustración 7. Costos de un sistema de Inventarios.**



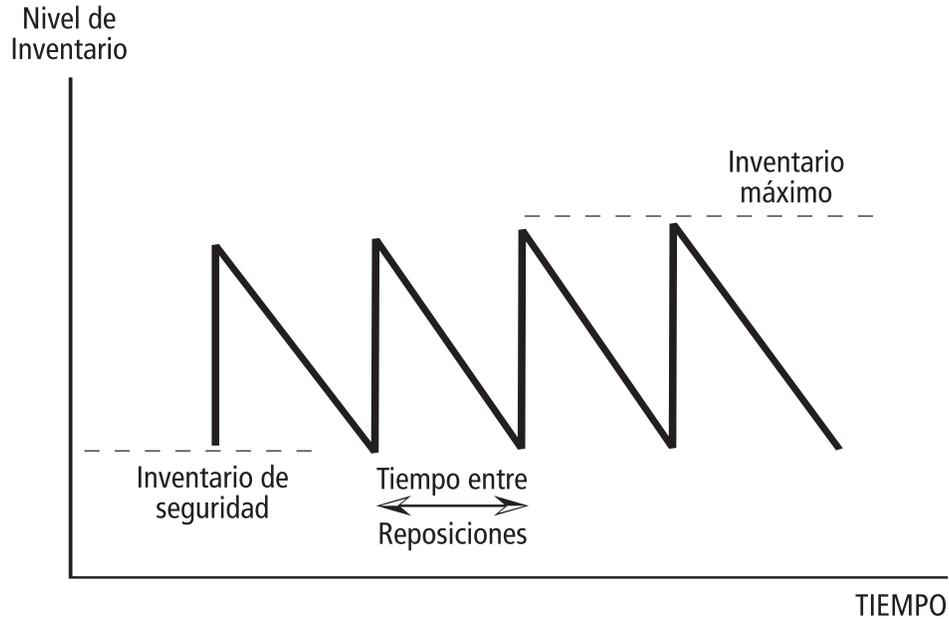
<sup>10</sup>Esto simplemente es la expresión de las dificultades conceptuales para reducir el concepto de "salud" a categorías económicas. Incluso es posible proponer que los fenómenos en el dominio de la salud son irreductibles al dominio económico ("la vida no tiene precio"). La eventual validez filosófica de esta opción, lamentablemente, no salva a las personas de la inevitabilidad de hacer opciones económicas que tienen efectos en el dominio de la salud.

<sup>11</sup>Las funciones de distribución de probabilidad más utilizadas en sistemas de inventarios son la distribución de Poisson, la distribución Normal y la distribución Exponencial negativa.

**2. ¿Cómo debe calibrarse el nivel de inventario a mantener en un hospital y la cantidad a reponer cada día?**

El nivel de existencias de un producto (por ejemplo, plaquetas) en un hospital disminuye en el tiempo debido al consumo, y aumenta debido a la reposición de productos desde el Centro Regional. En general, la reposición no es continua sino que se realiza periódicamente. Por eso, el perfil típico de un inventario es parecido a un "diente de sierra", como se observa en el ejemplo hipotético de la Ilustración 7.

**Ilustración 8. Comportamiento típico de un inventario.**



Considérese, por ejemplo, la siguiente simulación del inventario de plaquetas en un hospital, su consumo (por transfusión) y abastecimiento (por reposición desde el Centro Regional) durante dieciséis días de funcionamiento.

**Tabla 18. Simulación del inventario de Plaquetas en un hospital.**

DÍA	INVENTARIO INICIAL DE PLAQUETAS (= a)	DE CONSUMO DE PLAQUETAS EN EL DÍA (= b)	DE ABASTECIMIENTO DE PLAQUETAS EN EL DÍA (= c)	DE INVENTARIO FINAL DE PLAQUETAS ( d = a - b + c )
1	300	111	110	299
2	299	217	111	193
3	193	334	217	76
4	76	124	334	286
5	286	0	124	410
6	410	371	-	39
7	39	135	371	275
8	275	208	135	202
9	202	315	208	95
10	95	0	315	410
11	410	440	-	0, y existió demanda insatisfecha de 30 unidades.
12	(30)	127	440	283
13	283	315	127	95
14	95	114	315	296
15	296	241	114	169
16	169	140	241	270

¿Cómo se determinó cada día la cantidad de plaquetas a enviar al hospital? La disciplina que estudia este tipo de decisiones se llama "Gestión de Operaciones", y ofrece infinidad de técnicas y modelos para administrar inventarios y, en general, cualquier sistema susceptible de modelo y optimización. La regla considerada en este caso de simulación para determinar la cantidad a reponer cada día fue la siguiente<sup>12</sup> :

$$\text{Cantidad de plaquetas a reponer} = \text{Lo que falte para llegar a 410 unidades.} = 410 - \text{Inventario al final del día}$$

Esta cifra (410 unidades) fue calculada con una técnica sencilla de Gestión de Operaciones a partir de la demanda promedio de plaquetas del hospital, su desviación estándar, la frecuencia de reposición y el nivel de servicio<sup>13</sup> a lograr. Se llama "inventario meta". En el caso de la simulación presentada, los parámetros considerados son los que se presenta a continuación.

**Tabla 19. Parámetros de la simulación del inventario de plaquetas en un hospital.**

Variable	Valor	Explicación
Promedio de la demanda diaria	199 unidades	Se conoce observando el comportamiento anterior de la demanda
Desviación estándar	128 unidades	Se conoce observando el comportamiento anterior de la demanda
Frecuencia de Reposición	1 día	Se simula con varias alternativas de frecuencia de reposición y se escoge la que ayuda a minimizar el costo total.
Nivel de servicio deseado	95%	Probabilidad de enfrentar demanda insatisfecha que se considera aceptable. Mientras más alto es el nivel de servicio deseado, el inventario a mantener aumenta exponencialmente.
Factor "z" para Nivel de Servicio de 95%	1,65	z = Número de desviaciones estándar de la demanda a sumar al inventario de seguridad para cumplir con el Nivel de servicio especificado (proviene de Tablas estadísticas, suponiendo una distribución normal del consumo).
Inventario de seguridad resultante	211	La fórmula es $\text{Inv. Seg.} = z * \sigma = 1,65 * 128$
Inventario meta resultante	410	La fórmula es $\text{Inv. Meta} = \text{Demanda promedio durante tiempo de reposición (1 día)} + \text{inventario de seguridad}$
Cantidad a reponer cada día		variable Inventario Meta (410 unidades) menos inventario inicial del día de la reposición.
Inventario promedio resultante	212	Promedio de los inventarios finales de cada día

Esta simulación resulta en una edad promedio del inventario de plaquetas en el hospital de 3 días. Además, al seguir esta política, la cantidad de plaquetas que sobrepasa la barrera de los 4 días de antigüedad en el hospital suma 696 unidades en los 16 días (lo que equivale a 43.5 unidades diarias, un 22% del consumo).

Puede calcularse fácilmente que la cantidad de plaquetas que pasarían la barrera de los cuatro días de antigüedad para diferentes perfiles de demanda y frecuencias de reposición. En el ejemplo presentado, si la frecuencia de reposición fuese cada cinco días, el inventario a mantener se debiese dimensionar para cubrir ese período, y la cantidad de plaquetas que pasarían el límite de cuatro días de edad subiría de 43.5 por día a más de cien unidades por día, para el mismo Nivel de Servicio.

Si para evitar esta situación se diseña el inventario meta con un Nivel de Servicio menor, resultará una menor pérdida de plaquetas por obsolescencia, pero también resultarán frecuentes episodios de demanda insatisfecha.

La decisión de cuánto inventario mantener en cada hospital, como se aprecia, debe realizarse balanceando adecuadamente estas situaciones. Para ello, se puede usar técnicas de minimización del costo total, asociando un costo a la pérdida

<sup>12</sup> Para una explicación y ejemplos detallados sobre administración de inventarios, véase, por ejemplo, Schroeder, Roger: "Administración de Operaciones: Toma de Decisiones en la Función de Operaciones", Ed. Mc Graw Hill, México, 1990 o "Sistemas de Producción e Inventarios: Planeación y Control" de Elwood S. Buffa y William H. Taubert, Ed. Limusa, México, 1981.

<sup>13</sup> El nivel de servicio de un sistema de inventarios corresponde a la probabilidad de no incurrir en demanda insatisfecha, y determina el nivel de inventario a mantener. Se calcula como una cantidad "z" de desviaciones estándar de la demanda. Para una distribución normal de la demanda, un nivel de servicio de 50% se logra con "z" = 0; un 95,5 % se logra con "z" = 1,7, y un 99,9 % se logra con "z" = 3,0. Su importancia radica en que a medida que aumenta el Nivel de Servicio, el inventario a mantener aumenta más que linealmente.

de plaquetas por obsolescencia y otro costo a la existencia de cada evento de demanda insatisfecha. El balance entre el primero (parte del Costo de mantener inventario) y el segundo (Costo de faltantes) especificará la cantidad de inventario que minimice el costo total.

El fenómeno de la obsolescencia, importante en el caso de las plaquetas, se puede entender entonces como un problema de costos. La pérdida de valor del inventario de plaquetas a medida que pasa el tiempo es una recta con pendiente negativa. Esta función queda mejor representada si se le agrega una componente que haga que en la fecha de vencimiento, el valor del inventario tome el valor cero<sup>14</sup>. En cada hospital deberá determinarse la demanda de cada producto y seguirse una política de inventarios y distribución estricta, que deberá estar incorporada -como reglas de decisión preprogramadas- en los sistemas de información de la Red de Bancos de Sangre.

Si se considera que todos los hospitales deben mantener un inventario de seguridad de plaquetas equivalente a dos o tres días de consumo<sup>15</sup>, una frecuencia de reposición de plaquetas diaria es necesaria para evitar grandes pérdidas por obsolescencia. La frecuencia de reabastecimiento de plaquetas pone restricciones al proceso de distribución y por esa vía específica su diseño para la estimación de costos de distribución que sigue, se considerará que la frecuencia de reposición que exigen los hospitales es diaria para todos los productos, no sólo para plaquetas. Esto, debido a que todos los productos compartirán probablemente el mismo sistema de distribución. En los países donde el uso de terapia con plaquetas no sea importante, puede dimensionarse el sistema de distribución para reponer con una frecuencia menor (cada dos o tres días, por ejemplo), lo que resultará en que los Centros productivos podrán estar a mayor distancia de los hospitales. Esto, a su vez, permite aprovechar las inmensas economías de escala en la producción, concentrando ésta en un único Centro o en muy pocos.

### 3. ¿Cuáles son los costos de distribución a considerar?

La discusión precedente supone que la frecuencia de reposición de plaquetas a los hospitales desde los Centros debe ser diaria. Para completar la evaluación, entonces, debe determinarse los costos de la distribución diaria de productos a todos los hospitales y compararse esto con los costos de producción en diferentes escenarios. Para ello, es necesario realizar algunos supuestos acerca de la distribución geográfica de los hospitales.

En cualquier opción, por cada 10 millones de habitante es necesario distribuir la producción derivada de 200,000 donaciones. Dependiendo del Índice de Fraccionamiento, la cantidad de unidades de producto puede variar. En lo que sigue, se trabajará con 500,000 unidades de producto (índice de fraccionamiento de 2,5), aunque cualquier cifra resultaría en similares costos relativos entre opciones, variando sólo las cifras absolutas.

Si se considera un país como el de la Ilustración 8, por ejemplo, debe evaluarse la distancia total a recorrer diariamente para cada alternativa a considerar. Por ejemplo, si sólo existe un Centro de producción en la ciudad 3, deberá sumarse la distancia entre ésta y cada una de las otras ciudades. En la Tabla 20 se realiza este ejercicio hipotético. Nótese que los costos de distribución al interior de una ciudad (entre hospitales) no se consideran en este caso, puesto que son los mismos para todas las alternativas, es decir, no permiten diferenciar costos entre una y otra. Sin embargo, si lo que se desea es el costo total de una alternativa en particular, debe agregarse el costo de "la última milla", esto es, el costo de llegar hasta el hospital y no sólo hasta la ciudad en que éste se encuentra.

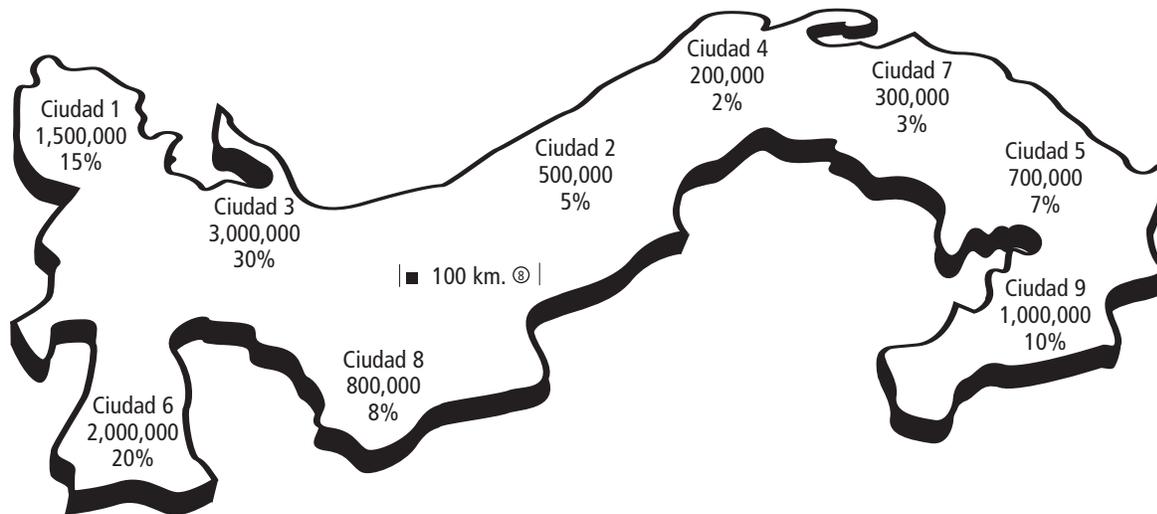
**Tabla 20. Distancias entre centro en Ciudad 3 y cada destino**

Ciudad de destino	Distancia (km)
Ciudad 1	300
Ciudad 2	500
Ciudad 3	0
Ciudad 4	600
Ciudad 5	300
Ciudad 7	800
Ciudad 8	400
Ciudad 9	1,000
<b>Total</b>	<b>4,800</b>

<sup>14</sup>En el caso de las plaquetas, debe aplicarse (a nivel de hospital) técnicas de administración de inventarios, como la regla "FIFO" (consumir primero el inventario más antiguo y luego el más fresco) v/s la regla "LIFO" ("First In, First Out" y "Last In, First Out").

<sup>15</sup>Condición técnica referida por Lewellys Barker, M.D. al equipo consultor en el proyecto realizado para Chile.

**Ilustración 9. Distribución de la demanda por productos**



Por otra parte, debe estimarse el tamaño promedio del envío. Si se distribuye 500,000 unidades por año, en promedio cada día se distribuye 1,370 unidades. Como se ha considerado 9 ciudades, a cada una se despacha en promedio 152 unidades diarias de producto, lo que permite dimensionar el tamaño de los paquetes.

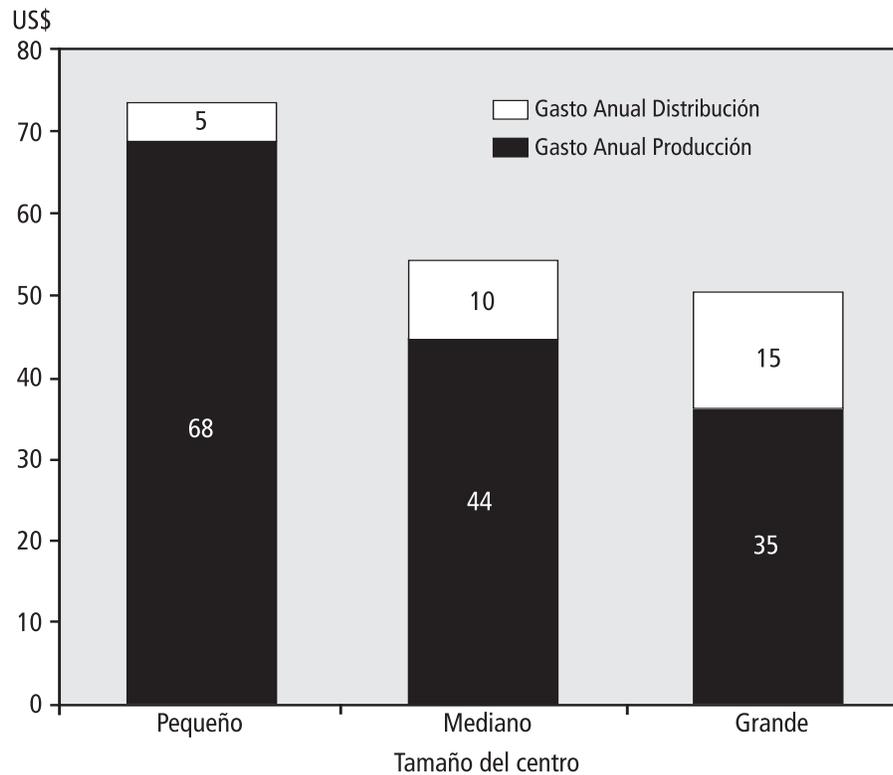
El paso siguiente es determinar el costo de enviar 9 paquetes de ese tamaño (152 unidades de producto) en el embalaje y condiciones de temperatura y manipulación adecuados a 9 destinos diferentes, a una distancia promedio de 533 Km. (las distancias en detalle son las referidas en la Tabla 20). Si enviar cada paquete cuesta en promedio 20 dólares (cifra que debe cotizarse con las empresas de distribución de paquetes en cada país), cada día se gastará 180 dólares en distribución, y en el año se totalizará US\$ 65,700 por este concepto. Nótese que esta cifra es muy gruesamente aproximada y sólo referencial, pues lo que se pretende mostrar es un método que permite una estimación rápida de los costos de distribución. Por ejemplo, si se ha de despachar 100 paquetes (esto es, llegar hasta cada hospital) a una distancia promedio de 500 Km. y si cada paquete cuesta US\$ 20 (esto es, el precio no baja con el tamaño del paquete), tendremos que cada día gastaremos US\$ 2,000 en distribución, y en el año el total alcanzará a US\$ 730,000, un aumento significativo.

Realizando una simulación, se obtiene los siguientes resultados:

Concepto / Tamaño del Centro	Pequeño	Mediano	Grande
Gasto anual producción US\$	341,430	656,441	1,726,186
Gasto anual producción por unidad de sangre procesada, US\$	68	44	35
Cantidad de paquetes a despachar diariamente	14	41	137
Costo por paquete, promedio en US\$	5	10	15
Gasto total anual en distribución, US\$	25,000	150,000	750,000
Gasto anual distribución por unidad de sangre procesada, US\$	5	10	15
Gasto anual en producción y distribución, total US\$	366,430	806,441	2,476,186
Gasto anual producción y distribución por unidad de sangre procesada, US\$	73	54	50
Costo actualizado neto en 10 años (inversión + producción + distribución)	2,727,820	5,457,711	16,390,601
Costo actualizado neto 10 años por unidad de sangre procesada, US\$	55	36	33

Esto muestra que incluso castigando fuertemente los costos de distribución para la opción de Centros grandes (para representar las mayores distancias), la opción de regionalizar es robusta: sigue siendo conveniente. De hecho, los precios unitarios para la distribución fueron exagerados para castigar aún más la opción de regionalizar, y por la misma razón no se consideró los importantes descuentos asociados a contratar tan grandes volúmenes. En la Ilustración 9 se muestra los gastos de producción y distribución sumados

**Ilustración 10. Gasto anual total por unidad procesada (ejemplo).**



## E. Evaluación del sistema total

Se muestra a continuación la estructura de costos de todas las opciones que permiten procesar 200,000 unidades de sangre por año, comenzando por la opción de instalar cuatro centros de 50,000 unidades / año cada uno, y terminando con la opción de 40 centros de 5,000 unidades / año cada uno. Se incluye los costos de distribución anuales antes de calcular el VAN, castigando fuertemente las opciones basadas en Centros grandes, más aún de lo que exige representar las mayores distancias a recorrer.

**Tabla 21. Estructura de costos de diferentes opciones de regionalización.**

Nombre	opción Cantidad de centros			Inversión	Monto total		
	Grandes	Medianos	Pequeños		Gasto anual	Distribución	VAN
Cuatro - cero	4	0	0	11,258,288	6,904,742	3,000,000	65,562,402
Tres - tres	3	3	1	12,337,527	7,489,308	2,725,000	68,272,755
Tres - dos	3	2	4	13,536,428	7,857,156	2,650,000	70,998,505
Dos - seis	2	6	2	13,416,766	8,073,874	2,450,000	70,983,107
Uno - diez	1	10	0	13,297,104	8,290,592	2,250,000	70,967,709
Tres - uno	3	1	7	14,735,329	8,225,004	2,575,000	73,724,256
Dos - cinco	2	5	5	14,615,667	8,441,722	2,375,000	73,708,858
Uno - nueve	1	9	3	14,496,005	8,658,440	2,175,000	73,693,460
Tres - cero	3	0	10	15,934,230	8,592,853	2,500,000	76,450,006
Cero - trece	0	13	1	14,376,343	8,875,158	1,975,000	73,678,062
Dos - cuatro	2	4	8	15,814,568	8,809,570	2,300,000	76,434,608
Uno - ocho	1	8	6	15,694,906	9,026,288	2,100,000	76,419,210
Cero - doce	0	12	4	15,575,244	9,243,006	1,900,000	76,403,812
Dos - tres	2	3	11	17,013,469	9,177,418	2,225,000	79,160,358
Uno - siete	1	7	9	16,893,807	9,394,136	2,025,000	79,144,961
Cero - once	0	11	7	16,774,145	9,610,854	1,825,000	79,129,563
Dos - dos	2	2	14	18,212,370	9,545,267	2,150,000	81,886,109

Nombre	opción Cantidad de centros			Monto total			
	Grandes	Medianos	Pequeños	Inversión	Gasto anual	Distribución	VAN
Uno – seis	1	6	12	18,092,708	9,761,984	1,950,000	81,870,711
Cero – diez	0	10	10	17,973,046	9,978,702	1,750,000	81,855,313
Dos – uno	2	1	17	19,411,271	9,913,115	2,075,000	84,611,859
Uno - cinco	1	5	15	19,291,609	10,129,832	1,875,000	84,596,461
Cero - nueve	0	9	13	19,171,947	10,346,550	1,675,000	84,581,063
Dos – cero	2	0	20	20,610,172	10,280,963	2,000,000	87,337,610
Uno - cuatro	1	4	18	20,490,510	10,497,681	1,800,000	87,322,212
Cero - ocho	0	8	16	20,370,848	10,714,398	1,600,000	87,306,814
Uno – tres	1	3	21	21,689,411	10,865,529	1,725,000	90,047,962
Cero - siete	0	7	19	21,569,749	11,082,246	1,525,000	90,032,564
Uno – dos	1	2	24	22,888,312	11,233,377	1,650,000	92,773,713
Cero – seis	0	6	22	22,768,650	11,450,095	1,450,000	92,758,315
Uno – uno	1	1	27	24,087,213	11,601,225	1,575,000	95,499,463
Cero - cinco	0	5	25	23,967,551	11,817,943	1,375,000	95,484,065
Uno – cero	1	0	30	25,286,114	11,969,073	1,500,000	98,225,214
Cero - cuatro		4	28	25,166,452	12,185,791	1,300,000	98,209,816
Cero – tres	0	3	31	26,365,353	12,553,639	1,225,000	100,935,566
Cero – dos	0	2	34	27,564,254	12,921,487	1,150,000	103,661,317
Cero – uno	0	1	37	28,763,155	13,289,335	1,075,000	106,387,067
Cero - cero	0	0	40	29,962,056	13,657,183	1,000,000	109,112,818

Es evidente que, incluso considerando grandes costos de distribución, la regionalización extrema presenta no sólo beneficios técnicos y sanitarios, sino económicos.

## F. Anexo: cómo usar el modelo de SIMULACIÓN en Excel.

En este capítulo final se presenta las indicaciones para usar el modelo de simulación de costos entregado en conjunto con este informe. El modelo es bastante intuitivo en su uso, sobre todo para quien ha leído esta guía, cuyos ejemplos han sido construidos usando el modelo de simulación en Excel.

Los pasos “estándar” para usar el modelo en un país determinado son los que sigue:

1. Verificar y corregir la lista de ítems de inversión (celdas A4 hasta A77 en la hoja “Inversión”) y de gasto (celdas A3 hasta A14 en la hoja “Gasto”). Estas listas están coloreadas en verde pálido.
2. Verificar y corregir los precios unitarios de cada ítem de inversión (celdas B4 hasta B77 en la hoja “Inversión”) y de gasto (celdas B3 hasta B14 en la hoja “Gasto”). Los precios también están coloreados en verde pálido.
3. Verificar y corregir la cantidad de cada ítem a considerar en cada tipo de Centro (celdas C4 hasta E77 en la hoja “Inversión” y celdas C3 hasta E14 en la hoja “Gasto”). Estas celdas están coloreadas en celeste.
4. Verificar y corregir el valor de los parámetros “cinco mil”, “quince mil” y “cincuenta mil” en las celdas F3, G3 y H3 de la hoja “Inversión” si se desea caracterizar los centros pequeños, medianos y grandes con otra cantidad de donaciones promedio anuales. Nótese que si se define un centro pequeño como uno que procesa, por ejemplo, mil donaciones por año, la cantidad de cada ítem de inversión y de gasto que ocupará (descrita en el paso anterior) deberá corregirse necesariamente.
5. Verificar y corregir el costo promedio por paquete despachado para cada tipo de centro, en la celda F21, G21 y H21 de la hoja “Gasto”.
6. Verificar y corregir la tasa de descuento usada en la celda D3 de la hoja “Resumen”.

Realizados estos pasos, el modelo estará en condiciones de presentar el costo de inversión de cada tipo de centro (en las celdas F78, G78 y H78 de la hoja “Inversión”), el gasto anual de cada tipo de centro (en las celdas F15, G15 y H15 de la hoja “Gasto”), el gasto anual en distribución (en las celdas F22, G22 y H22 de la hoja “Gasto”) y la suma actualizada a diez años de la inversión y los gastos de producción y distribución (en las celdas F3, G3 y H3 de la hoja “Resumen”).

Adicionalmente, si se introduce en la hoja “Resumen” en las celdas A9, B9 y C9 la cantidad de Centros grandes, medianos y pequeños que el sistema tendrá, en la celda D9 de esa hoja se verá el costo total actualizado de la inversión y el gasto durante 10 años. Recuérdese que la especificación de los centros es según la cantidad de donaciones que procesan anualmente en promedio, parámetro que los define y que debe ingresarse según las instrucciones del paso 4.

### III. Modelo de Costeo de Productos Sanguíneos en Banco de Sangre

El siguiente instrumento ha sido de gran utilidad para que los bancos de sangre conozcan sus costos y puedan establecer comparaciones entre ellos. En este sentido ha servido tanto para fines financieros (costos) como sociales al dar una base objetiva de comparación e igualmente de identificación de beneficios asociados a la centralización.

Para aproximarnos a los costos de producción es relevante tener presente que en economía existen diversos enfoques y modelos, en consecuencia, el modelo a utilizar dependerá de las decisiones que se tomarán a partir de ese valor.

En el sistema privado interesa que el costo refleje la totalidad de los factores productivos involucrados en el proceso, tanto aquellos empleados directamente como los indirectos, tales como los gastos de gerencia (administración directiva). Ya que a partir de ellos se incorpora la utilidad y permite establecer el precio de venta.

En el sistema público los presupuestos son relativamente fijos, ya que no varían de manera significativa de acuerdo al volumen de producción, para este tipo de organización el objetivo central es optimizar los recursos disponibles. Sin embargo dentro de los modelo de financiamiento será necesario conocer si ellos consideran solo la operación o también las necesidades de inversión, en consecuencia el precio de un producto o servicio puede llegar a tener solamente un carácter referencial.

Dado lo anterior el modelo aquí propuesto debe ser analizado y adecuado según el sistema de financiamiento y gestión del propio banco de sangre.

Los modelos tradicionales de costeo son:

- Costeo por proceso:
  - Modelo de Costos Directos e Indirectos
  - Modelo de Costos Fijos y Variables
- Costeo Basado en Actividades (ABC - Activity Based Costing)

#### A. Modelos de Costeo

##### 1. Costeo por Proceso

###### a) Modelo de Costos Directos e Indirectos

Los costos se pueden clasificar de acuerdo a su relación con el proceso de producción en:

- **Directos:** Son aquellos que se asocian fácilmente con el proceso de producción de productos y/o servicios, como por ejemplo insumos y personal utilizado directamente en el proceso.
- **Indirectos:** Son costos indispensables para el desarrollo de la institución, pero no se relacionan directamente con el proceso de producción. Por ejemplo: administración, consumos de luz, teléfono, vigilancia, aseo, etc...

En este modelo es relativamente fácil establecer los costos directos, sin embargo la mayor complejidad se establece al intentar atribuir en los costos indirectos el componente de los gastos generales de la organización al banco de sangre y en particular al costo de las unidades de sangre.

###### b) Modelo de Costos Fijos y Variables

Por costo variable se define aquel que cambia en proporción directa a los cambios del volumen de producción ejm. a mayor producción de unidades sanguíneas, mayor consumo de bolsas y reactivos.

Por costo fijo se define aquel costo que se generará independiente del volumen de producción que se alcance o que permanecen sin cambios en su total durante un determinado periodo a pesar de cambios en la actividad o volumen total relacionados (dada una escala de producción relevante), como por ejemplo: el arriendo o el gasto de depreciación (desgaste) de la infraestructura y de los equipos.

El personal tiene un comportamiento mixto, ya que en términos estrictos es un costo variable dado que su número puede cambiar de acuerdo a los requerimientos de producción, sin embargo en general se comporta como un costo fijo.

En la siguiente tabla se ejemplifican ambos modelos de costeo, estableciendo la complementariedad de ambos modelos.

**Tabla 22: Comparación de modelo de Costos Fijos y Costos Variables**

	<b>Costos Fijos</b>	<b>Costos Variables</b>
Costos Directos	Equipamiento e Infraestructura del banco de Sangre (entendido como gastos de depreciación o arriendo de los mismos).	Servicios, insumos y personal que se desempeña directamente o en el proceso de producción y abastecimiento de productos sanguíneos.
Costos Indirectos	Salario del supervisor o jefe del banco de sangre y/o del director del establecimiento hospitalario. Insumos de oficina como papelería, lápices, plumones, destacadotes, etc. Servicios de aseo y limpieza.	Servicios de colecta y reclutamiento de donantes

Otro enfoque se relaciona con los costos relevantes de acuerdo al horizonte de tiempo considerado, es decir, la gestión cotidiana (de corto plazo), respecto de la gestión de largo plazo.

En la gestión de corto plazo las variables más relevantes son los servicios, insumos y el personal. Mientras que en la de largo plazo se agregan a las anteriores la reposición de los equipos y la infraestructura.

Dependiendo de los mecanismos de financiamiento de los factores de corto plazo y los de largo plazo, será necesaria su incorporación en los modelos de costeo.

## **2. Costeo Basado en Actividades (ABC)**

Esta forma de costear a diferencia de la anterior propone medir el costo a partir de actividades o procesos basados en generadores o prestaciones trazadores. Sin embargo, dicho modelo de costeo involucra capacitar al personal en técnicas económico - contables, por lo cual dificulta su aplicación y no será desarrollada en este documento.

## **B. Modelo de Producción en Banco de Sangre**

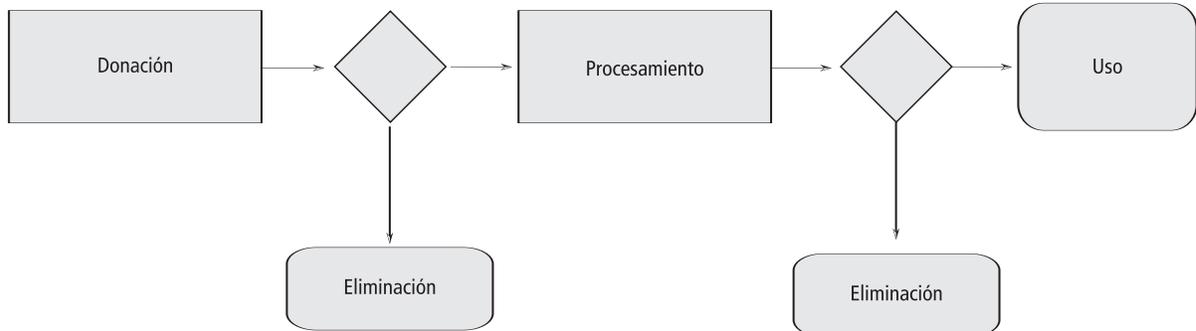
La piedra fundamental de todo modelo de costeo, es la caracterización del proceso de producción que busca analizar. Para el caso de los bancos de sangre el modelo de producción consiste en tres fases:

- Donación: Obtención de sangre para procesar
- Procesamiento y distribución de productos sanguíneos
- Uso de productos sanguíneos.

En la Ilustración 10 se presenta de manera resumida el ciclo de procesamiento de los productos.

**Ilustración 11: Esquema de las Etapas Básicas involucradas en el procesamiento de la sangre**

**Etapas Básicas en Procesamiento de la Sangre**

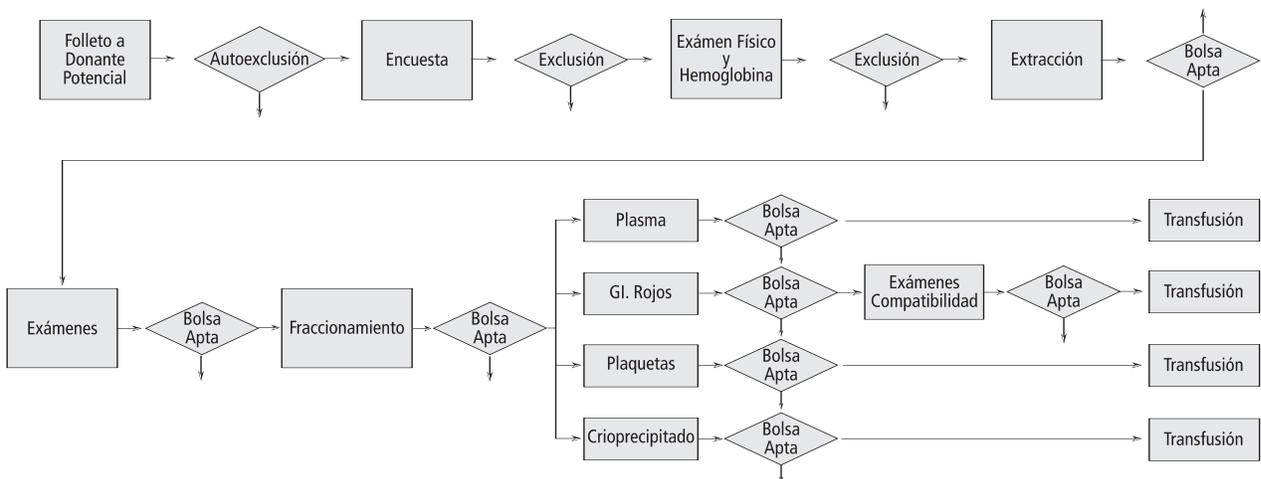


Cabe señalar que el objetivo es establecer un flujo continuo entre la donación y el uso, sin embargo en cada una de las fases es posible que el producto sea eliminado.

Un análisis mas detallado del proceso se describe en la Ilustración 11.

**Ilustración 12: Caracterización del Proceso de Producción**

**Etapas Básicas en Procesamiento de la Sangre**



A pesar de la linealidad del proceso de producción, los métodos de costeo variarán de acuerdo al modelo de organización del sistema de producción y abastecimiento de productos sanguíneos. Es importante hacer esta distinción, ya que en cada uno de los modelos, las variables a considerar presentan algunas diferencias. Los modelos a considerar son:

\* Modelo de Banco de Sangre, en el cual se asumen los costos desde la donación hasta la aplicación de la transfusión.\*  
 Modelo de Centros de Sangre y Unidades de Medicina Transfusional, en el cual las funciones de donación, procesamiento y uso pueden estar integradas en una sola organización o segmentadas.

En la siguiente tabla se esquematizan ambos modelos, considerando las actividades a costear.

**Tabla 23: Caracterización de Estructuras y Funciones**

	<b>Banco de Sangre</b>	<b>Centro de Sangre</b>	<b>Unidad de Medicina Transfusional</b>
Donación	Si	Si + compleja por los modelos de Donación Altruista	Depende de la configuración de la red de producción y abastecimiento
Procesamiento	Si	Si	No
Distribución/Uso	Asume los costos hasta la aplicación de la transfusión	Asume los costos hasta la distribución del producto. No considera la transfusión	Tiene costos de almacenamiento y exámenes pretransfusionales

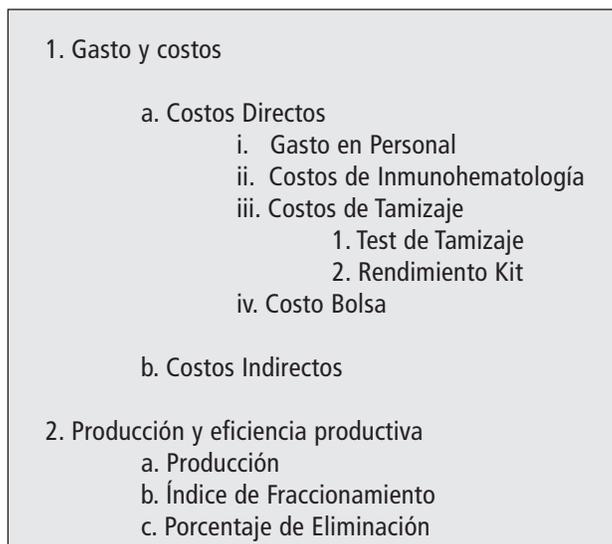
En base a la tabla anterior, es posible definir productos en proceso, intermedios y terminados:

- Los productos en proceso son aquellos que incluyen la sangre, la bolsa, y en algún grado los insumos y mano de obra requerida para la obtención de la bolsa de sangre previo a su procesamiento.
- Los productos intermedios son aquellos que se obtienen del procesamiento de la unidad de sangre extraída y están en condiciones de ser distribuidos.
- Los productos terminados corresponden a aquellos utilizados efectivamente en la transfusión.

La relevancia de este modelo está en el hecho de establecer cual es el grado de terminación o nivel del producto, que estamos considerando en el modelo de costeo. Esta consideración es indispensable al momento de calcular los costos de diversos bancos de sangre o centros de producción, de manera que los valores obtenidos tengan una base comparativa.

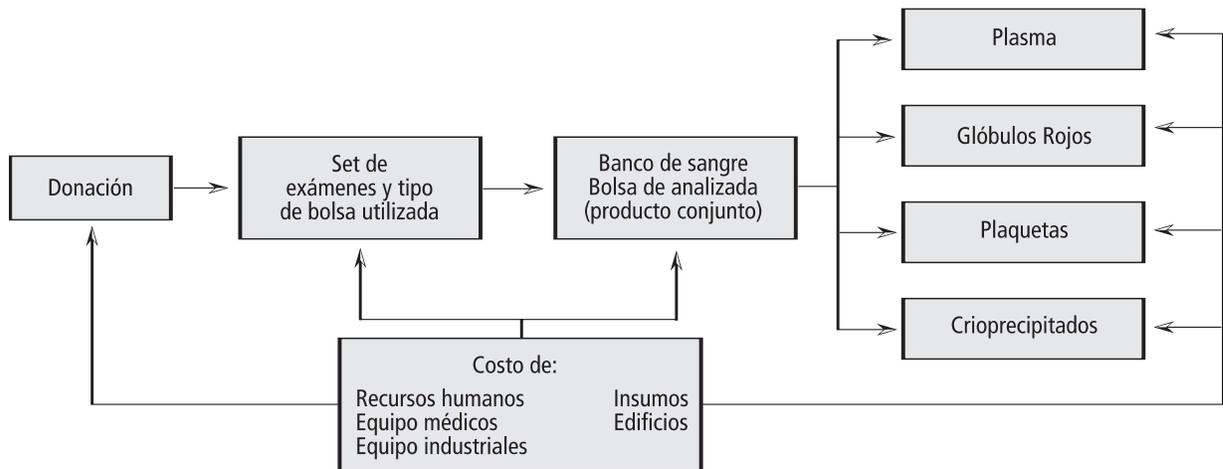
### **C. Modelo de Costeo de Productos Sanguíneos**

El modelo de costeo de productos sanguíneos seleccionado, considera básicamente costos directos e indirectos asociados con la producción, además de operacionalizar componentes de eficiencia productiva. En el siguiente esquema e ilustración se describen las variables utilizadas en el modelo:



Por otra parte el proceso de asignación de costos del modelo de presentan en la siguiente ilustración.

**Ilustración 13: Proceso de asignación de costos**



Para facilitar el proceso de cálculo de los costos, se ha elaborado un programa en Excel (*Costo Promedio Banco de Sangre.xls*). Los usuarios deben completar los campos marcados en **amarillo**, ya que las fórmulas ya están incluidas en las hojas y efectúan automáticamente los cálculos.

A continuación se desarrolla cada una de las variables y de indica la información que debe ser provista o calculada por el usuario.

### 1. Costos

En primer lugar se calcularán los costo asociados al proceso de producción, para ello se utilizarán variables de resumen que se detallan.

Para los cálculos que se desarrollan a continuación costo y gasto se considerarán como sinónimos, es decir, como el costo promedio pagado por un recurso productivo en una determinada unidad de tiempo.

#### a) Costos Directos

##### (1) Gasto en Personal

Se debe considerar todo el personal que trabaja en el banco de sangre. Para ello se recomienda:

1. Establecer nómina de todo el personal del año anterior (ej. 2002)
2. Verificar los sueldos pagados efectivamente en el período, considerando el sueldo total, es decir lo que reciben los trabajadores más los gastos en previsión y salud. En caso que se paguen 13 o 14 sueldos al año, las cifras deben reflejar este desembolso.
3. Revisar caso por caso cual es el tiempo que utilizan en el banco de sangre, dado que el personal puede tener tiempo compartido con servicios clínicos o unidades. Se puede dar el caso que parte del personal comparta su tiempo con actividades de laboratorio o en el caso de los médicos, cuente también con parte de su tiempo en medicina.

En la siguiente tabla se presenta un ejemplo aplicado, que debe ser adecuado a cada banco de sangre.

Los valores que se encuentran remarcados se utilizarán para alimentar la planilla de cálculo

**Tabla 24: Estimación de gasto en recurso humano en banco de sangre**

Estamento	Remuneración Total 2001	% del tiempo destinado a Banco	Costo Personal Destinado a Banco de Sangre
Medico 1	1000	50%	500
Médico 2	800	80%	640
Profesional 1	700	90%	630
Técnico	600	100%	600
Personal Apoyo	400	100%	400
<b>Total</b>	<b>3,500</b>	<b>79%</b>	<b>2,770</b>

En este sentido los datos relevante del ejemplo para el cálculo posterior son:

- Gasto Total: \$3.500
- % del gasto destinado a Banco de Sangre: 79%.

## (2) Costos de Inmunohematología

A pesar que internacionalmente existen recomendaciones en esta materia, en la práctica se verifica una importante variabilidad entre diversos bancos de sangre respecto a la técnica y número de estos exámenes.

Respecto a la técnica se ha observado clasificación en lámina, tubo, microplaca y gel, dentro de las más frecuentes.

Respecto al número, este variará si se consideran solo los controles dentro del procesamiento (como puede ser en los Centros de Sangre) o también las pruebas cruzadas que se efectúan a los receptores.

Esto dependerá del modelo de organización descrito anteriormente.(Banco o Centro)

En términos prácticos es necesario completar la siguiente información:

- Número de exámenes de Grupo-Rh y Coombs Indirecto
- Costo Unitario

El número de exámenes puede considerar desde la donación hasta la transfusión o solo una parte limitada (donación-procesamiento) sin pruebas cruzadas.

El costo unitario se obtiene dividiendo el costo total del frasco de reactivos por el número de exámenes que rinde. El método de cálculo variará de acuerdo a la técnica empleada.

En resumen la información debe ser vaciada a la siguiente tabla.

**Tabla 25: Cálculo del Costo de los Exámenes de Inmunohematología**

Nombre	Número	Costo Unitario	Costo total
GRUPO Y RH	3.00	0.49	1.47
COOMBS INDIRECTO	2.00	0.33	0.66
SUBTOTAL 1			2.13

El costo total es calculado automáticamente por la planilla, de manera que solo se requiere incluir el número de exámenes y su costo unitario.

### (3) Costos de Tamizaje

#### (a) Test de Tamizaje

De manera similar a lo observado para las prueba de inmunohematología, existe en un menor grado una variabilidad en los test utilizados e igualmente en los tipos de reactivos. Sin embargo se debe igualmente ajustar localmente el tipo de tamizaje y su costo unitario

**Tabla 26: Cálculo del Costo de los Exámenes de Tamizaje**

Test	Número	Costo Unitario US\$	Costo Total
HIV	1.00	2.3	2.3
HTLV I-II	1.00	2.3	2.3
HEPATITIS B	1.00	1.1	1.1
HEPATITIS C	1.00	4.4	4.4
CHAGAS	1.00	0.3	0.3
VDRL	1.00	0.8	0.8
SUBTOTAL 2			11.1

#### (b) Rendimiento Kits

A diferencia de los test de inmunohematología que son estables, las pruebas de tamizaje presentan una importante variabilidad en su rendimiento, dependiendo del número de ciclos en que se utilizan los reactivos. Ello se debe a que por fabricación cada vez que se utiliza el kit es indispensable efectuar controles para la calibración de los equipos

El rendimiento del kit indica cual es el número de exámenes efectivos que fue posible producir a partir de los reactivos adquiridos.

Cuando se trabaja en pequeña escala, un kit es utilizado en numerosos ciclos, lo que tiene como efecto que su rendimiento sea menor en la medida que el kit se utiliza en un número mayor de ciclos.

Visto desde la mirada del costo, ya que mientras menor sea el rendimiento, mayor será el costo de cada examen.

En los siguientes gráfico y tabla se observa esta situación con un ejemplo teórico:

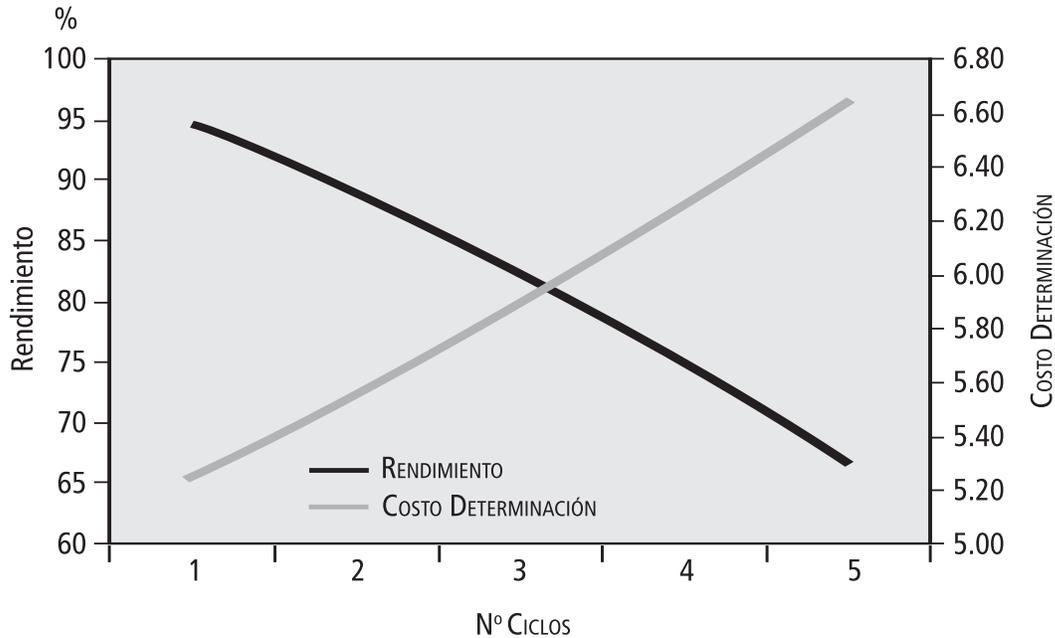
**Tabla 27: Estimación rendimiento y costo de test de tamizaje**

Número Ciclos	Número Determinaciones	Número Controles	Rendimiento Kit	Costo Determinación
1	95	5	94.7%	5.26
2	90	10	88.9%	5.56
3	85	15	82.4%	5.88
4	80	20	75.0%	6.25
5	75	25	66.7%	6.67

Obsérvese que a medida que se incrementa el número de controles, se reduce el número efectivo de determinaciones y se incrementa el costo.

El siguiente gráfico contiene la representación de los valores descritos en la tabla anterior.

**Gráfico 1: Costo y rendimiento de kit de tamizaje según número de ciclos**



Para calcular este porcentaje se debe sumar el total de determinaciones compradas en un año y relacionarlas con las determinaciones efectivas, de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nº de Tamizajes efectivo}}{\text{Nº de Tamizajes adquiridos}}$$

El Rendimiento se presenta como un porcentaje y se reemplaza en la planilla.

**(4) Costo de Bolsa**

Dependiendo del perfil de productos que se desea generar será necesario utilizar bolsas dobles, triples o cuádruples, con sistemas de leucoreducción o no.

Se debe considerar el costo promedio de las bolsas utilizadas, para ello se utiliza una tabla como la siguiente:

**Tabla 28: Estimación costo promedio bolsa de sangre**

Tipo Bolsa	Nº bolsas (2001)	Costo US\$	Costo Total
Bolsa doble	600	3	1,800
Bolsa triple	1,500	6	9,000
Bolsa cuádruple	1,000	8	8,000
Bolsa especial	500	10	5,000
<b>Total</b>	<b>3,600</b>	<b>6.6</b>	<b>23,800</b>

Dado que se pueden utilizar diversas bolsas, se debe obtener el precio ponderado de ella, considerando su número total y precio, estableciendo su precio promedio como un promedio ponderado.

## b) Costos Indirectos

Los costos indirectos son todos aquellos necesarios para que se lleve a cabo el proceso de producción. Dentro de ellos se pueden categorizar:

- Consumos básicos del banco: agua, electricidad, climatización (frío-calor), teléfono
- Gastos en insumos de funcionamiento ej. Formularios, papel, insumos de oficina
- Administración del establecimiento
- Contratos de mantenimiento de los equipos
- Costos de distribución (en Centros de Sangre)
- Elementos utilizados en la extracción de la sangre, tales como tubos, lancetas, algodón, antiséptico, tubos de microhematocrito, sulfato de cobre, etc..

Diversos estudios en Chile y Colombia, indican que ellos representan aproximadamente el 20% de los costos directos. La planilla contiene por defecto este valor, sin embargo si localmente se cuenta con información mas precisa, el valor debe ser reemplazado.

Dado que este valor probablemente no presenta variaciones significativas se debe balancear entre el tiempo que se utilizará para mejorar el cálculo de este valor en relación a la potencial ganancia en precisión.

## 2. Producción y eficiencia productiva

### a) Producción

Los productos relevantes que son posibles de obtener a partir de una bolsa de sangre son:

**Tabla 29: Consolidación Productos Sanguíneos - ejemplo**

Producto	Número de Unidades
Glóbulos Rojos	2,340
Plaquetas	546
Plasma	600
Crioprecipitados	313
Sangre total	0
<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>	<b>3,799</b>

Se debe sumar el total de unidades producidas en el mismo año calendario que los otros valores indicados anteriormente.

Se debe sumar todos los productos generados en el banco, independiente si posteriormente fueron utilizados en el hospital, enviados a otros bancos o eliminados.

Los productos recibidos de otros bancos o centros de sangre, no deben incorporarse en esta categoría.

### b) Índice de Fraccionamiento

Tal como se señaló en el capítulo de producción a partir de una bolsa de sangre entera se puede producir hasta otras cuatro unidades.

De acuerdo a los principios de la medicina transfusional actual el objetivo de ella es aportar a cada paciente el producto que carece, estando desaconsejado el uso de sangre total salvo excepciones. Para todo el resto se debería utilizar el producto específico.

Para construir el índice se relaciona el número de unidades producidas que se obtuvo anteriormente y se relacionan con las donaciones efectivas.

Las donaciones efectivas son todas aquellas a partir de las cuales la unidad de sangre extraída fue procesada. Este dato es relevante ya que no todos los donantes aptos, ni los pacientes puncionados se traducirán en una unidad que vaya a ser procesada.

El Índice de Fraccionamiento se construye según la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de Fraccionamiento} = \frac{\text{No de Unidades Producidas}}{\text{No. de Donaciones Efectivas}}$$

El Índice de Fraccionamiento se expresa porcentaje (%) y es calculado automáticamente.

### c) Porcentaje de Eliminación

De acuerdo al esquema presentado en la Ilustración 10, en cada una de las fases es posible eliminar productos sanguíneos. Sin embargo nos centraremos en aquellos que ya han sido procesados. Para ellas las causales de eliminación más frecuentes son:

- Pre-liberación
  - Manipulación
  - Tamizaje positivo
- Post-liberación
  - Obsolescencia
  - Manipulación

Existen otras causales, tales como autoexclusión post-donación donde el donante indica que su sangre no sea utilizada para transfusión, por lo que localmente es recomendable analizar las causales de eliminación, de manera de identificar los mecanismos de gestión que permiten incorporar mejoría en el sistema.

En términos generales las de mayor importancia son la eliminación por tamizaje positivo y por obsolescencia de los productos.

La siguiente fórmula refleja el método de cálculo del indicador.

$$\text{Índice de Eliminación} = \frac{\text{No de Unidades Eliminadas}}{\text{No. de Unidades Producidas}}$$

El Índice de Eliminación es calculado directamente por la planilla y solo se debe incluir el número de unidades eliminadas por cualquier causa.

## 3. Equipamiento e infraestructura

Hasta ahora solo hemos trabajado con costos variables. Si usted necesita incorporar la amortización del capital en el valor de los productos sanguíneos, aquí le adicionamos algunas propuestas metodológicas.

Cabe señalar que en general a nivel de sector público, el componente de inversiones representa un ítem separado de los costos de operación, por lo que su financiamiento solo considera personal, reactivos y costos de operación, ya que las inversiones son financiadas a través de proyectos específicos.

### a) Equipamiento

Salvo que se cuente con equipamiento arrendado o con un leasing, en general, el ítem de equipamiento no sufre cambios cada año, por lo que es pertinente analizarlo separadamente al momento de calcular los costos de los productos sanguíneos.

Para incorporar estos elementos al costeo se debe establecer un catastro que contenga la siguiente información:

- Nombre
- Marca
- Año de Fabricación
- Estado: Bueno – Regular -Malo
- Vida Útil dada por el fabricante

Posteriormente se debe establecer el costo de reposición de los equipos que se están utilizando, para ello en la misma planilla ya se han incorporado formulas que lo calculan de manera automática.

Básicamente se busca obtener el valor anual de la cuota por concepto de reposición de equipos que se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Valor Cuota Anual Equipamiento} = \frac{\text{Costo de reposición del equipo}}{\text{Vida Útil del equipo}}$$

Se calcula la cuota para cada uno de los equipos<sup>16</sup> y luego se suman, obteniendo la Cuota Anual por concepto de reposición de equipos.

Con el catastro es posible establecer otros análisis, tales como el calendario de reposición de equipamiento, lo que permite formular la planificación del proceso de re-inversión.

## b) Infraestructura

De manera similar a lo efectuado para el componente de equipamiento, se debe efectuar los siguientes pasos para establecer la cuota anual de reposición de infraestructura:

- Solicitar a arquitectura que mida el espacio utilizado por la unidad, no solo los recintos, sino también los muros y circulaciones.
- Solicitar que arquitectura o el ente técnico similar entregue información sobre el costo de reposición de construcción y la vida útil del edificio.

Con esta información se calcula la cuota anual con la siguiente fórmula:

$$\text{ValorCuota Anual Infraestructura} = \frac{\text{Superficie} + \text{Costo Construcción}}{\text{Vida útil del Edificio}}$$

**Tabla 30: Cálculo Cuota Anual Infraestructura**

Variable	Valores
Superficie Construida m 2	800
Costo Construcción US\$/m2	1,000
Vida Útil (años)	20
Cuota Reposición Anual Infraestructura US\$	40,000

Una forma alternativa de determinar el costo anual de la infraestructura es en base al costo de arriendo o la estimación del mismo en base al valor de arriendo de un edificio similar. Cuota Unidad Producida

<sup>16</sup> Financieramente se ha utilizado un método de depreciación lineal, sin asumir el costo del dinero. Para los fines de este trabajo consideramos suficiente este nivel de análisis, sin embargo de acuerdo a los requerimientos es posible complejizarlo.

Para atribuir el valor de los equipos e infraestructura a la producción, se debe establecer una relación entre los costos de reposición y la producción. Además dado que estamos trabajando con unidades transfundidas o despachadas, el valor debe ser corregido por el porcentaje de eliminación.

La siguiente tabla que está contenido en el programa de simulación entrega los valores que deben ser considerados en este cálculo.

**Tabla 31: Cálculo cuota por concepto de amortización**

Variable	Valores
Catastro Valorizado (US\$)	40,000
Cuota Anual de Reposición Equipamiento (US\$)	37,779
Cuota Anual de Reposición Infraestructura (US\$)	40,000
Producción (N° Unidades)	30,000
Eliminación (%)	6%
Cuota por Equipamiento (US\$)	1.34
Cuota por Infraestructura (US\$)	1.42
Total (US\$)	2.76

Según los datos utilizados, el valor obtenido previamente para cada unidad producida, debería ser incrementado en US\$ 2,76 para alcanzar a amortizar el costo del equipamiento.

## D. Aplicación

Para aplicar los valores calculados se adjunta libro Excel que contiene un conjunto de hojas, algunas con las fórmulas aplicadas (Fórmulas), otras con gráficos (Región, BS01 a BS06), tablas de resultados (Hoja 5) y planilla de ingreso de datos (D y Listado Referencial)

A continuación se describe la información que es necesario completar en la hoja D que corresponde a la planilla de ingreso de datos:

Tabla 32: Hoja de Ingreso de Información, Libro Excel

Categoría Nombre	Unidad de medida No aplicable	Región o País Chile	Comentario
GRUPO Y RH	Unidad / bolsa	3	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
COOMBS INDIRECTO	Unidad / bolsa	1	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
HIV	Unidad / bolsa	1	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
HTLV I-II	Unidad / bolsa	0	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
HEPATITIS B	Unidad / bolsa	1	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
HEPATITIS C	Unidad / bolsa	1	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
CHAGAS	Unidad / bolsa	0	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
VDRL	Unidad / bolsa	1	Se digita el número de exs. por bolsa de sangre colectada
GRUPO Y RH	US\$	0.28	Costo promedio del examen
COOMBS INDIRECTO	US\$	0.39	Costo promedio del examen
HIV	US\$	2.00	Costo promedio del examen
HTLV I-II	US\$	0.00	Costo promedio del examen
HEPATITIS B	US\$	1.65	Costo promedio del examen
HEPATITIS C	US\$	3.30	Costo promedio del examen
CHAGAS	US\$	1.80	Costo promedio del examen
VDRL	US\$	1.28	Costo promedio del examen
Unidades donadas por año	Unidades	175,895	Nº Unidades colectadas
Rendimiento KIT	%	80%	% de acuerdo a fórmula
Unidades eliminadas	Unidades	24,292	Nº unidades eliminadas por cualquier causa
Unidades producidas	Unidades	462,855	Nº total de unidades producidas
Gasto total de remuneraciones	US\$	3,781,591	Gasto total según fórmula
% de tiempo destinado a Banco de Sangre	%	90%	% del tiempo contratado y pagado destinado efectivamente al banco
Valor promedio de la bolsa	US\$	3.5	Costo promedio según fórmula
Superficie construida existente	m2	5,139	Superficie del banco
Costo de reposición y/o construcción del m2	US\$	900	Costo de Reposición de la infraestructura
Vida útil del edificio	Años	25	Se debe escribir la vida útil del edificio
Cuota anual de reposición del equipamiento	US\$ / año	277,400	Esta cifra se obtiene de la hoja Listado Referencial
Costo Promedio		17.49	Valor Obtenido por la aplicación de las fórmulas

Además de la hoja D, la hoja "Listado Referencial" contiene un listado de equipos que debe ser ajustado al catastro de cada banco. Este listado entrega un valor final correspondiente a los requerimientos totales de reposición de equipos y el valor de una cuota anual. Es este último valor el que debe ser escrito en la hoja D.

El resultado final obtenido corresponde en el caso de los bancos de sangre hospitalarios al valor de la **unidad transfundida**, sin embargo para los Centros de Sangre el costo calculado será el de cada **unidad despachada**. Estos valores no corresponden de manera estricta al costo promedio de producción, ya que está integrado el descarte de productos.

La experiencia ha demostrado que es pertinente aplicar la metodología a grupos de diversos bancos de sangre de manera de establecer comparaciones entre ellos y entender por qué se generan los diferentes valores.

En la planilla van incorporados los valores estimados de los cuatro grandes centros de sangre de Chile, que corresponden a Valparaíso; Concepción; Antofagasta y Santiago. Para cada uno de ellos se aplicaron los valores propios, que al sumarlos de manera ponderada en la columna Región o País, da como resultado el valor promedio de Chile.

Otro tipo de análisis corresponde a la estructura de costos de cada unidad que se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 33: Composición del Costo de cada unidad producida**

	Chile	Antogasta	Valparaíso	Concepción	Santiago
Ex. y materiales	5.70	7.63	5.90	6.07	5.34
Recursos Humanos	7.35	10.65	9.23	7.00	6.82
Costo indirecto	2.61	3.65	3.03	2.62	2.43
Costo de eliminación	0.82	2.41	0.36	0.94	0.73
Infraestructura	0.33	0.45	0.53	0.39	0.26
Equipamiento	0.60	0.67	0.79	0.58	0.56
Costo Total	17.42	25.46	19.84	17.60	16.15

Al analizar la composición del valor se observa el mayor costo está dado por los exámenes y materiales y recursos humanos.

Las hojas de gráfico contienen la misma información indicada en la tabla.

Finalmente, la hoja "Fórmulas", contiene la información desagregada en US\$ por cada una de las variables analizadas y permite identificar las variables gestionables.

**Tabla 34: Indicadores de Resultado y Gestión del proceso de producción**

		Chile	Antogasta	Valparaíso	Concepción	Santiago
Costos de la bolsa	Subtotal A	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
	Subtotal B	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23
	Rendimiento KIT	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
	Bolsa	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
	Costo directo total	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01
	Índice de fraccionamiento	2.63	1.97	2.54	2.47	2.81
	Gasto por unidad producida	5.70	7.63	5.90	6.07	5.34
RRHH	Gasto en recurso humano relacionado con banco de sangre		284,632.20	474,204.93	760,410.00	1,884,185.10
	Unidades producidas	462,855	26,733	51,349	108,607	276,166
	Gasto por unidad producida	7.35	10.65	9.23	7.00	6.82
Indir.	Total de costo directo [(Exámenes y materiales directos y RRHH (A + B))		18.27	15.13	13.08	12.16
	20% de costos directos	2.61	3.65	3.03	2.62	2.43
Eliminación	Costo directo + Costo indirecto (A + B + C)	15.67	21.93	18.16	15.69	14.59
	% de eliminación por cualquier causa	5.25%	11.00%	2.00%	6.00%	5.00%
	% del Costo directo + Costo indirecto	0.82	2.41	0.36	0.94	0.73
Depreciación	Infraestructura	0.33	0.45	0.53	0.39	0.26
	Equipamiento	0.60	0.67	0.79	0.58	0.56
Costo total (A + B + C + D + E)		17.42	25.46	19.84	17.60	16.15

## E. Consideraciones Especiales

### 1. Banco de Sangre v/s Centro de Sangre

A pesar que ya fue mencionado anteriormente, es importante diferenciar entre modelos donde se está aplicando el método.

Las principales diferencias entre ambas estructuras de costo se representan en la siguiente tabla.

**Tabla 35: Comparación entre variables de costeo entre Bancos de Sangre y Centros de Sangre**

Variables	Banco de Sangre	Centro de Sangre
Inmunohematología	Grupo, Rh y Coombs	Grupo y Rh
Tamizaje	Puede incluir los de pacientes del hospital	Solo de donantes
Interpretación del precio	Costo promedio producto transfundido	Costo promedio producto despachado

Lo mas relevante para el usuario es entender bien cual es la representatividad de las variables para interpretar el resultado obtenido.

### 2. Costos v/s Tarifas por Producto

Con frecuencia encontramos que los diversos productos sanguíneos presentan diferentes tarifas. En estas situaciones es importante diferenciar entre razones objetivas que fundamentan los costos diferentes de aquellas de mercado es decir de demanda, ya que se sabe que en general lo productos mas demandados son la sangre total (que casi no debiera utilizarse) y los glóbulos rojos.

Para analizar esta situación, a continuación se desarrolla un modelo para entender las diferencias en los procesos productivos que permiten la producción diferenciada de ellos.

En el modelo de simulación se han utilizado los siguientes supuestos:

1. No se prepara sangre total
2. El análisis compara solamente entre la preparación de
  - a. Esquema A: Plasma + Glóbulos Rojos
  - b. Esquema B: Plasma + Glóbulos Rojos + Crioprecipitados
  - c. Esquema C: Plasma + Glóbulos Rojos + Plaquetas
  - d. Esquema D: Plasma + Glóbulos Rojos + Plaquetas + Crioprecipitados
3. No se consideran los productos desleucocitados, irradiados o de remanufactura ej. Pool de Plaquetas.
4. A continuación se describen las variaciones esperadas según ítem y esquema de separación

**Tabla 36: Análisis diferencial de factores según esquema de fraccionamiento**

Ítem	Esquema A	Esquema B	Esquema C	Esquema D
Exámenes	Independiente del fraccionamiento los exámenes son los mismos			
Bolsa	Doble	triple	Triple	Cuádruple
RRHH	Base	+5% del base	+5% del base	+10% del base
C. Indirectos	20% de los costos directos (exámenes + bolsa + RRHH)			
Eliminación	Base	20% superior al base	200% superior al base	220% superior al base

5. Se aplicaron las variables señaladas anteriormente y se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla

**Tabla 37: Simulación de Costo Promedio según esquema de fraccionamiento**

	Esquema A	Esquema B	Esquema C	Esquema D
Rendimiento Kit	80%	80%	80%	80%
Índice Fraccionamiento	2	3	3	4
Unidades Producidas	30,000	45,000	45,000	60,000
Remuneraciones (US\$)	342,000	359,100	359,100	376,200
Gasto Remun Relacionado	100	100	100	100
% Eliminación Cualq Causa	5%	6%	15%	16%
Valor de la Bolsa	3	6	6	8
Costo Promedio	23.2	17.4	18.9	17.6

Desde el punto de vista de los costos, mientras mas se fraccionen los productos, su costo unitario disminuye, ya que los costos de los exámenes y recursos humanos constituyen un valor poco variable independiente si se obtienen dos, tres o cuatro productos.

Dado que los equipos locales disponen de la planilla de cálculo, pueden efectuar sus propias simulaciones para establecer los diferenciales de costo.

## F. Usos Potenciales de la metodología

La experiencia de los talleres ha demostrado que esta metodología sirve para comparar entre bancos de sangre e igualmente hacer simulaciones de optimización.

Como un patrón que se repite, se puede señalar que los menores costos se dan con un:

- Alto volumen de producción
- Alto Índice de Fraccionamiento
- Bajo Descarte
- Alto rendimiento del kit
- Bajo gasto en personal

En términos estrictos si se quiere comparar entre diversos bancos, es necesario estandarizar las técnicas y costos de las bolsas.

A continuación se describen algunos resultados observados en la aplicación de la metodología.

### 1. Resultados por país

En la Tabla 38 se presentan los resultados obtenidos en el Taller de Costeo de Productos Sanguíneos llevado a cabo en La Paz, Bolivia durante el 2002, de ella destaca lo siguiente:

- Considerando el análisis de los datos asociados a 23,234 productos sanguíneos, (este valor corresponde aproximadamente al 50% de las unidades utilizadas en Bolivia), el costo promedio de los productos utilizados es de US\$ 29. El mayor valor se observa en el Sucre y alcanza a los US\$ 49.8, mientras que el menor valor lo tiene Cruz Roja con US\$ 20.6
- El mayor costo se asocia principalmente a la baja eficiencia productiva con bajo fraccionamiento y un gasto en personal que no se correlaciona con la producción. Por ejemplo Sta Cruz y Cochabamba presentan una productividad del personal mayor que los bancos de sangre de La Paz, lo que indica que estos últimos cuentan con un exceso de personal respecto a su producción.
- Hay gran variabilidad en el rendimiento de los Kit, siendo este mayor en los grandes procesadores, esto también tiene un impacto directo en los costos, ya que a menor rendimiento mayor es el costo unitario de cada determinación.
- En general los índices de fraccionamiento son muy bajos, lo que indica que persiste mayormente transfusión de sangre total, lo que técnicamente corresponde a una deficiente indicación terapéutica.
- A pesar que se está aplicando un costo promedio para los reactivos, se ha observado que los costos unitarios son menores mientras mayor es el volumen comprado

**Tabla 38: Costo Promedio por Producto Sanguíneo despachado**

	Potosi	Santa Cruz	La Paz HC	Cochabamba	La Paz AP	Sucre-Chuquisaca	Bolivia
Rendimiento Kit	68%	87%	81%	79%	73%	70%	79%
Índice Fraccionamiento	1.0	1.9	1.0	2.2	1.2	1.0	1.5
Unidades Producidas	1,746	8,974	3,428	5,937	1,779	1,370	23,234
Remuneraciones (US\$)	28,708	65,202	80,941	46,763	17,131	24,917	263,662
Gasto Remun. Relacionado	100%	100%	70%	100%	100%	100%	91%
% Eliminación Cualq. Causa	3%	16%	2%	8%	23%	15%	11%
Valor De La Bolsa	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Costo Promedio	42.7	22.2	44.7	20.6	36.0	49.8	29.0

La versión actual de la planilla entrega ya los valores promedio por país o región, permitiendo establecer comparaciones respecto a las variables gestionables que pueden permitir optimizar la red de bancos de sangre.

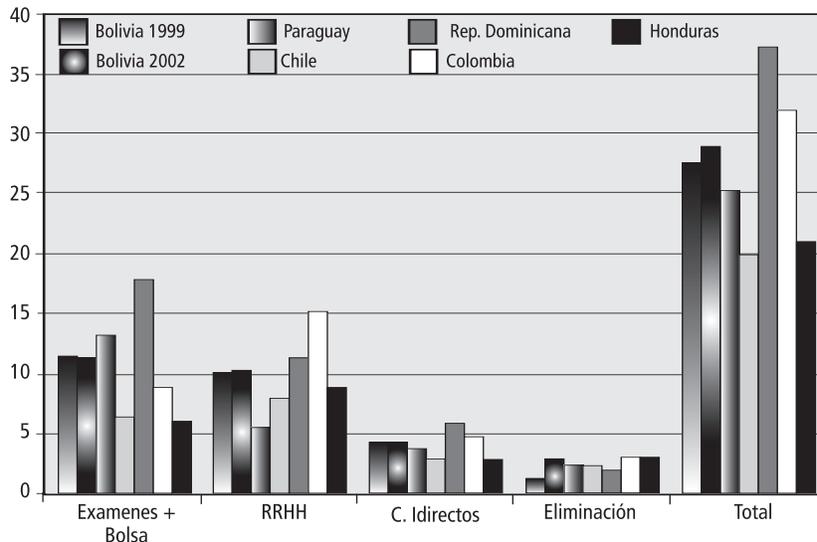
## 2. Resultados países América Latina

Dado que esta misma metodología se ha aplicado desde 1999 en diversos países de América Latina, es posible comparar los resultados obtenidos con ellos.

**Tabla 39: Costo Promedio de Producción por Unidad de Productos Sanguíneos, muestra países América Latina 1999 - 2002**

	Bolivia 1999	Bolivia 2002	Paraguay 1999	Chile 1999	R. Dominicana 200	Colombia 2002	Honduras 2002
Exs + Bolsa	12	11	13	7	18	9	6
RRHH	10	10	6	8	11	15	9
C. Indirectos	4	4	4	3	6	5	3
Eliminación	1	3	2	2	2	3	3
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>37</b>	<b>32</b>	<b>21</b>

**Gráfico 2: Costos países de América Latina**



De los resultados acumulados a la fecha, Chile es el que ha presentado el valor promedio mas bajo, con US\$ 20, mientras que República Dominicana es el que presenta el mayor valor.

Los costos mas relevantes son los de exámenes + bolsa y recursos humanos.

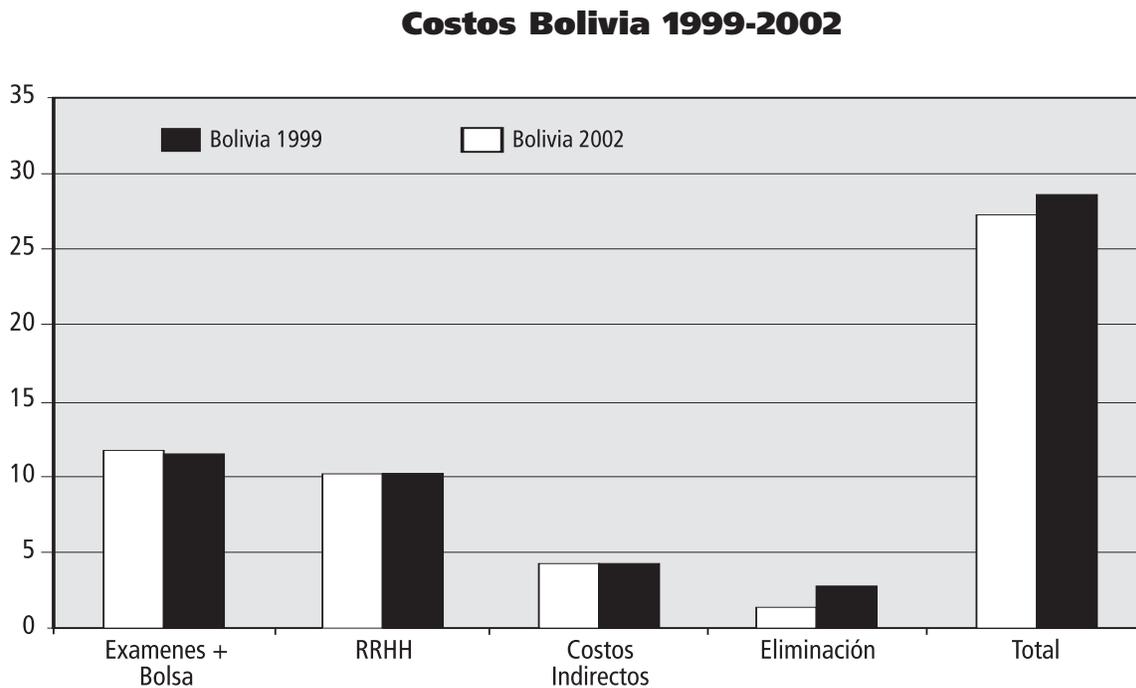
El país con mayor costo en Exs. + Bolsa es República Dominicana, mientras que el más bajo es Honduras.

El país con mayor costo en RRHH es Colombia, mientras que el más bajo es Paraguay.

Un caso especial es Bolivia, donde este taller se ha llevado a cabo en Bolivia en 1999 y el año 2002. Por lo que es posible comparar los resultados obtenidos:

- En 1999 el precio promedio de 1999 llegaba a los US\$ 28 en 2002 este valor llegó a US\$ 29.
- El mayor costo se asocia a un incremento del costo del personal y de la eliminación.
- El costo de exámenes y de la bolsa es menor el 2002 que en 1999.

**Gráfico 3: Comparación de costos de productos sanguíneos 1999 - 2002**



Lo interesante de estos resultados es la identificación del comportamiento de las variables que determinan los costos de producción, siendo recomendable contar al menos con un recalcu anual de los costos.

## IV. Análisis de Sostenibilidad de Modelos de Optimización

La implementación de los Proyectos de Regionalización constituye en general procesos complejos, difíciles de ejecutar en una sola fase, siendo sus principales limitaciones:

- Carencia de los instrumentos legales, administrativos, técnicos y financieros que den soporte al modelo centralizado. Esto puede significar una amenaza para implementar el modelo de centralización, en consecuencia es necesario desarrollar y/o cambiar el marco regulatorio vigente cuando sea necesario
- Falta de experiencia práctica en modelos de red, que puede implicar un desarrollo incompleto del modelo, con subutilización de recursos, lo que se traduce en costos promedios de producción más elevados. Otro efecto son las trabas en los canales de distribución de los productos sanguíneos tales como privilegiar el consumo de los productos en hospitales de mayor complejidad en detrimento de hospitales de menor complejidad. El tipo de estrategia de distribución a utilizar es de tipo intensiva, es decir, se busca el mayor número de puntos de consumo y almacenamiento (hospitales) y mejor cobertura territorial.
- Resistencia al cambio por parte de los equipos de banco de sangre y hospitales, que en algunos casos se refleja en resistencia política por parte de parlamentarios o autoridades regionales, para ello la sistematización y entrega de información clara y precisa para los usuarios internos (equipos técnico y económicos de los hospitales) y externos (parlamentarios o autoridades externas) reduce la resistencia al cambio. La información que es necesario entregar debe contener aspectos referidos a:
  - La mejoría de la calidad que se puede conseguir de los productos sanguíneos.
  - Las economías de escala o reducción en el costo promedio de producción, explicado por los mayores rendimientos que se pueden conseguir.
  - Mejora la disponibilidad de los productos.
- Como resumen de las tres condiciones descritas anteriormente, es la necesidad de contar con un “gestor del cambio”, que permita involucrar los usuarios internos y externos, y generar las condiciones que permitan implementar el proyecto.
- Baja capacidad para crear y mantener un volumen de donantes, siendo que el modelo se sustenta en la capacidad de captar y retener donantes, que en la actualidad se ha traducido en el desarrollo de programas de Donación Altruista Repetida.
- Limitación de recursos de inversión que permitan poner en marcha de una sola vez el modelo, siendo indispensable que al inicio o ejecución de la inversión se cuente con los recursos financieros para la inversión, puesta en marcha y los costos de operación.

Dadas dificultades anteriores, es recomendable construir una estrategia que permita ejecutar etapas autosostenibles que permitan avanzar y generar experiencias de centralización. Este proceso consiste en la transformación paulatina de los bancos de sangre en unidades de medicina transfusional, manteniendo el banco de sangre principal de la región o departamento como abastecedor de productos. Esta es una etapa previa a la materialización de la imagen objetivo. Esta fase permite:

- Iniciar el proceso de centralización con los recursos disponibles
- Involucrar a los actores locales
- Capacitar al personal local en gestión de redes y stock crítico
- Elevar la calidad de los productos, manteniendo el gasto

Para llevar adelante este tipo de propuesta de centralización parcial se debe establecer si existen condiciones técnicas y financieras para su materialización, **dado que esta etapa deberá ejecutarse con los recursos disponibles.**

Se asume que los modelos e financiamiento, administración y marco legal no son una limitación para avanzar en esta etapa. En este contexto los factores a evaluar son de tipo técnico y financiero que a continuación se describen.

## A. Sostenibilidad Técnica

Sostenibilidad técnica es la capacidad del banco principal de producir y abastecer en cantidad suficiente y oportuna los requerimientos de la red con la combinación óptima de recursos productivos (recursos humanos, infraestructura, equipamiento y tecnología).

En base a lo anterior, se debe responder:

- ¿El banco principal puede producir todos los componentes requeridos?
- ¿El banco principal es accesible a la red que debe abastecer?

Para responder estas preguntas se debe considerar:

- Perfil de Producción y Consumo
- Accesibilidad, y
- Demanda

### 1. Perfil de Producción y Consumo

La experiencia de Colombia, República Dominicana, Paraguay, Bolivia y Chile señalan que el producto que más se consume son los Glóbulos Rojos<sup>17</sup>. Con certeza este patrón se repite en los otros países de la región.

En este sentido el abastecimiento de la red de Unidades de Medicina Transfusional se centrará en la provisión de este producto, por lo que puede ser usado como estimador de la capacidad de producción y uso en la red.

Ello significa que si se modela el patrón de producción y consumo se podrá estar dando cuenta de la capacidad real de abastecimiento.

Paulatinamente se observa que en la medida que los países presentan una mayor complejidad de la medicina, se observa un incremento en el consumo de plaquetas, sin embargo no han llegado a reemplazar a los Glóbulos Rojos como estimador del perfil de producción y consumo.

### 2. Demanda

Un aspecto de orden práctico en esta materia es que en general los hospitales principales donde se mantendrían en principio los bancos de sangre son también los mayores consumidores dado su desarrollo tecnológico, por lo que los volúmenes de productos sanguíneos requeridos en los establecimientos de menor tamaño es muy bajo.

La aplicación de estas variables a un territorio se traduce en una matriz como la siguiente. Ella ha sido construida a partir de datos reales de una región chilena, en la cual el Hospital A es de la mayor complejidad y se quiere verificar si está en condiciones de abastecer a su red.

**Tabla 40: Matriz de evaluación de sostenibilidad técnica de centralización región x.**

	Hosp. A	Hosp. B	Hosp. C	Hosp. D	Total
Producción	6,477	845	102	329	7,753
Transfusión	5,528	732	26	153	6,439
% Transfusión	85%	87%	25%	47%	83%

<sup>17</sup>Cabe hacer notar que no se incluye la Sangre Total, ya que en términos estrictos su indicación está restringida a un número muy escaso de patologías.

De los datos se puede describir lo siguiente:

- El banco de sangre principal produce el 83% y transfunde el 85% de todas las unidades de la región.
- En términos netos produjo un volumen similar al total transfundido
- Los hospitales pequeños (C y D), son los que mas eliminan productos

En este contexto si el banco de sangre principal incrementara su producción entre un 5 y 10% sería posible que pueda abastecer a todos los hospitales de la región.

### 3. Accesibilidad

La accesibilidad se mide como el tiempo necesario para llevar a cabo el proceso de abastecimiento. No es una medida de distancia, sino de tiempo. Obviamente que a mejor accesibilidad, mayor es la viabilidad que el modelo de red funcione

Dado que puede existir variabilidad en las condiciones de accesibilidad, estas deben ser modeladas de acuerdo al comportamiento de los últimos años, a su vez deben ser confrontadas con los volúmenes de demanda de productos, de manera de identificar si una readecuación en el cálculo de stock mínimos y críticos, permiten compensar los problema de accesibilidad.

Para analizar la accesibilidad se construye la siguiente tabla.

**Tabla 41: Matriz de evaluación de accesibilidad región x.**

	Hosp. A	Hosp. B	Hosp. C	Hosp. D
Transfusión	5,528	732	26	153
Distancia (Km.)	0	213	289	188
Tiempo (hrs.)	0.0	2.4	3.2	2.1

A pesar de las largas distancias en esta región existen buenas condiciones de accesibilidad dado que solo para el hospital C el tiempo supera las 3 horas.

No existe un valor cerrado en cuanto es el tiempo máximo de viaje entre el centro productor y la unidad transfusional, ya que dependiendo de las condiciones de transporte este tiempo puede alargarse o acortarse<sup>18</sup>.

Cabe hacer notar que si se analiza desde una óptica logística se puede plantear que el Hospital C, podría ser abastecido cada 15 días o mas, asegurando mas bien un stock de emergencia.

## B. Sostenibilidad Financiera

A diferencia del modelo utilizado en el costeo de productos sanguíneos, aquí el análisis se centra en el costo de los insumos, ya que constituye el principal elemento que se puede optimizar.

Dejamos en principio constante el componente de recurso humano, ya que el cambio en el sistema de producción no se traducirá necesariamente en una reducción en su demanda. Ello solo se verá afectado cuando se intervengan de manera completa los grandes bancos de sangre, a partir de los cuales se debe obtener el personal que se destinará al Centro de Sangre.

Dado lo anterior esta simulación solo considera el gasto en insumos.

Para llevar adelante el análisis se debe avanzar según los siguientes pasos:

- Medición del nivel real de gasto en insumos.
- Cálculo del costo promedio de gasto en insumos por Unidad Producida y Unidad Transfundida o Despachada

$$\text{Gasto Promedio en Insumos por unidad producida} = \frac{\text{Gasto de Insumos}}{\text{Producción}}$$

<sup>18</sup> Un desarrollo mas acabado para determinar el tipo y cantidad de servicios de transporte, se puede conseguir a través de la aplicación de la metodología de costo y la matriz de transporte.

La siguiente tabla resume los ejercicios de cálculo.

**Tabla 42: Matriz de evaluación de sostenibilidad técnica de centralización región x.**

	Hosp. A	Hosp. B	Hosp. C	Hosp. D	Total
Producción	6,477	845	102	329	7,753
Transfusión	5,528	732	26	153	6,439
Gasto Insumos US\$	64,943	16,062	975	3,493	85,472
Costo Producción	10.0	19.0	9.6	10.6	11.0
Costo Transfusión	11.7	21.9	37.5	22.8	13.3

Como conclusión de la tabla se puede señalar que en promedio los insumos utilizados por cada unidad producida costaron \$ 11 y por cada unidad transfundida \$ 13.3

El costo de producción mas bajo se observa en el hospital C, sin embargo es el que presenta el mayor costo de transfusión. Ello debido a que solo transfunde el 25% de lo producido.

Una vez obtenido estos costos, se efectúa una simulación que considera:

- 1) Estimación componente crítico (GR o Plaquetas) y se corrige por eliminación de cualquier causa. En este caso y en la mayoría de los bancos el componente crítico son los glóbulos rojos, una vez establecido el consumo de GR, se corrige por un % de eliminación por cualquier causa, que da entre 5 % - 10%. Ello nos dará la demanda potencial de productos.
- 2) Costo mínimo de producción (valor de benchmarking): de acuerdo a lo analizado anteriormente, los costos unitarios no tienen variaciones significativas, por lo que se asume que el costo principal ya está dado. En este caso el costo de producción del banco principal (Hospital A) es el que determina el valor a utilizar. Si se cuenta con otros valores referenciales de precio óptimo pueden también ser utilizados. No se utiliza el del Hospital C ( a pesar de ser el menor, ya que no existe información que permita afirmar que técnicamente el valor que se obtuvo refleja condiciones adecuadas de procesamiento.
- 3) Con los valores obtenidos se calcula el gasto optimizado, que indica cuanto se habría gastado si toda la producción hubiese sido provista por el banco principal.
- 4) Finalmente se establece un balance entre gasto optimizado y gasto real para identificar si efectivamente hay brecha entre ellos.

En la siguiente tabla se resume el proceso.

**Tabla 43: Simulación efecto centralización, región x.**

Ítem	\$
Demanda Componente Crítico corregido	6,081
Costo Unitario	10.0
Gasto Optimizado	60,808
Gasto Real	85,471
Brecha (Oferta – Gasto Optimizado)	24,663

De la tabla se puede concluir, que si se centraliza el procesamiento, se pueden ahorrar potencialmente US\$ 24,663 al año. Ello permite pagar el transporte adicional y eventualmente generar un excedente, que en términos reales será un menor gasto.

Se adjunta programa para su cálculo y las matrices respectivas.

## V. Anexos:

### A. Matrices cálculo de sostenibilidad

	Hosp. A	Hosp. B	Hosp. C	Hosp. D	Total
<b>Producción</b>	0	0	0	0	0
Glóbulos Rojos					
Sangre Total					
Pl. Fresco Congelado					
Plasma Sin fact Coag.					
Crioprecipitados					
Plaquetas					
<b>Transfusión</b>	0	0	0	0	0
Glóbulos Rojos					
Sangre Total					
Pl. Fresco Congelado					
Plasma Sin fact Coag.					
Crioprecipitados					
Plaquetas					
<b>Gastos (US\$)</b>					
Insumos					
Costo Ins. Producción					
Costo Ins. Transfusión					
Valor Promedio					
Valor Optimo					
Resultado					
<b>Distancia (Km.)</b>					
<b>Tiempo (hrs.)</b>					
<b>Disponib. Transporte Personal</b>					
Médico					
Tecnólogo/Biólogo					
Auxiliar					
Otros					
<b>Equipamiento</b>					

## VI. Bibliografía

- i. Guía para la estimación de costos de la regionalización de bancos de sangre, Ing. Carlos Vergara, MBA; Ing. Ricardo Bitrán, Ph.D. Ing. Gloria Ubilla. OPS Junio 2001
- ii. Planilla Excel Costoban.xls para cálculo de costo promedio, Dra. May Chomalí; Ing. Vivian Manzur, Servicio de Salud Metropolitano Oriente 1998.
- iii. Informe Asistencia Técnica Proyecto Centralización de Bancos de Sangre de Bolivia 20 a 23 de Octubre de 1999, Dr. Ignacio Astorga J. TM Sonia Amaya Q. OPS 1999.
- iv. Informe Asistencia Técnica Proyecto Centralización de Bancos de Sangre de Paraguay Noviembre 1999, Dr. Ignacio Astorga J. TM Sonia Amaya Q. OPS 1999
- v. Cálculo de Costos de Productos Sanguíneos Cruz Roja y Hospital Escuela, Tegucigalpa, Honduras 3 – 7 de Septiembre 2001, Dr. Ignacio Astorga J OPS 2001.
- vi. Informe Taller sobre Regionalización de Bancos de Sangre, Bogotá, Colombia 22 al 24 de Mayo del 2002, Dr. Ignacio Astorga; OPS. 2002.
- vii. Informe Taller sobre Regionalización de Bancos de Sangre, Santo Domingo, República Dominicana 27 al 29 de Mayo del 2002, Dr. Ignacio Astorga; OPS. 2002
- viii. Informe Taller sobre Regionalización de Bancos de Sangre, La Paz, Bolivia 24 al 26 de Julio del 2002, Dr. Ignacio Astorga, Ing Héctor San Martín ; OPS. 2002
- ix. Gayle R., L.; Contabilidad y Administración de Costos, 6ª edición, McGraw-Hill, México 1999.
- x. Lambin, J., Marketing Estratégico, 3ª edición en español, McGraw-Hill, Chile, 1995.
- xi. Fontaine, E., Evaluación Social de Proyectos, Ediciones Universidad Católica de Chile, 9ª edición corregida, Santiago 1993.
- xii. Sapag, N., Criterios de Evaluación de Proyectos - Como medir la rentabilidad de las inversiones, McGraw Hill, Madrid 1993.