



FACULTAD DE INGENIERÍA

**Análisis de los Procesos Banco
de Sangre CMN “La Raza”**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

P R E S E N T A (N)

Contreras de la Cruz Jorge Alberto

Treio Miquel Juan Carlos

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Hilda Reyna Solis Vivanco



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

1.- La sangre

| | |
|--|---|
| 1.1.- ¿Qué es la sangre?..... | 2 |
| 1.2.- Principales componentes de la sangre..... | 3 |
| 1.3.- Grupo Sanguíneo..... | 5 |
| 1.4.- Factor Rh..... | 5 |
| 1.5.- Características de los Componentes Fraccionados y su Almacenamiento. | |
| 1.5.1.- Sangre Total y Concentrado eritrocitario..... | 7 |
| 1.5.2.- Concentrado eritrocitario..... | 7 |
| 1.5.3.- Concentrados Plaquetarios..... | 8 |
| 1.5.4.- Plasma Fresco Congelado..... | 8 |
| 1.5.5.- Crioprecipitado..... | 9 |

2.- La sangre y su importancia como producto.

| | |
|--|----|
| 2.1.- Tipo de donación de sangre..... | 10 |
| 2.2.- Importancia y responsabilidad del Banco de Sangre..... | 12 |

3.- Banco de Sangre CMN “La Raza”

| | |
|--|----|
| 3.1.- ¿Qué es un Banco de Sangre?..... | 15 |
| 3.1.1.- Tipos de Bancos de Sangre..... | 15 |
| 3.2.- Historia del Banco de Sangre CMN La Raza..... | 16 |
| 3.3.- Ubicación del Banco de Sangre CMN La Raza..... | 17 |
| 3.4.- Cobertura del Banco de Sangre CMN La Raza..... | 18 |

4.- Funcionamiento del Banco de Sangre.

| | |
|---|----|
| 4.1.- Cadena de Suministro del banco de sangre CMN la raza..... | 21 |
| 4.2.- Diagrama SIPOC del banco de sangre CMN la raza..... | 22 |
| 4.3.- Procesos del Banco de Sangre..... | 23 |
| 4.3.1.- Proceso de donación..... | 24 |
| 4.3.1.1.-Requisitos para donación..... | 24 |
| 4.3.1.2.- Mapeo del Proceso de Donación | 27 |
| 4.3.1.3.- Procedimiento de Donación..... | 28 |
| 4.3.1.4.- Diagrama de proceso de la operación..... | 31 |
| 4.3.2.- Proceso de Fraccionamiento..... | 33 |
| 4.3.2.1.- Sistemas de recolección de sangre..... | 34 |
| 4.3.2.2.- Diagrama de flujo del proceso de fraccionamiento..... | 35 |
| 4.3.3.- Proceso de distribución de componentes sanguíneos..... | 37 |

5.- Aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial en el proceso de donación.

| | |
|---|----|
| 5.1.- Aplicación de teoría de colas en el área de consultorios del banco de sangre CMN La Raza..... | 38 |
| 5.1.2.- Proceso básico de colas..... | 38 |
| 5.1.3.- Proceso de colas en los consultorios del banco..... | 39 |
| 5.2.- Distribución de planta..... | 44 |
| 5.2.1.- Distribución de Planta dentro del Banco de Sangre CMN La Raza..... | 45 |
| 5.2.2.- Criterios cualitativos..... | 46 |
| 5.2.3.- Distribución de planta actual..... | 47 |
| 5.2.4.- Distribución de planta propuesta..... | 50 |

6.- Conclusiones.....

7.- Bibliografía.....

8.-Tablas y Figuras.....

Objetivo.

El presente trabajo constituye una colaboración entre la Universidad Nacional Autónoma de México y el Banco de Sangre del Centro Médico Nacional “la Raza” perteneciente al IMSS.

El objetivo principal del trabajo es identificar aquellos procesos dentro del flujo de operaciones del Banco que puedan ser mejorados con la aplicación de las herramientas y conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial.

El trabajo se encuentra integrado por 5 capítulos y el marco teórico necesario para desarrollar las posibles hipótesis de aquellos procesos por analizar, y si así lo requieren ser mejorados a través de la Ingeniería Industrial.

Los capítulos I y II son capítulos de introducción a la materia prima del Banco de Sangre, sus características principales, la importancia de este producto en los sistemas de salud.

El capítulo III, describe lo que es un Banco de Sangre, su función y también el contexto de lo que representa el Banco de Sangre del Centro Médico Nacional “la Raza” a nivel Latinoamérica.

El capítulo IV muestra la Cadena de Suministro que representa el Banco de Sangre, un estudio de los principales procesos que se llevan dentro de esta cadena para identificar áreas de mejora dentro del proceso derivado del estudio de estos procesos.

El capítulo V se enfoca en la aplicación de las herramientas y los conocimientos de la Ingeniería Industrial en esta tesina nos enfocamos en un modelo de teoría de colas y un modelo de distribución de planta mediante los cuales se puede mejorar el sistema actual de donación.

1.-La Sangre

La sangre es un tejido líquido que recorre el organismo, a través de los vasos sanguíneos que transporta las células necesarias para llevar a cabo las funciones vitales (respirar, formar sustancias, defenderse de agresiones). La cantidad de sangre de una persona está en relación con su edad, peso, sexo y altura. Una persona adulta tiene entre 4,5 y 6 litros de sangre, es decir, un 7% de su peso corporal.

La sangre transporta los principios nutritivos desde el aparato digestivo hasta las células, donde se recogen también las sustancias de desecho para eliminarlas gracias a los riñones, el hígado y otros órganos de excreción. También es la encargada de regular el transporte de oxígeno y la eliminación del anhídrido carbónico. Tiene un papel importante en funciones como la coagulación, la inmunidad y el control de la temperatura corporal.

La sangre es un tejido líquido que sólo obtenemos de la donación, no se puede sustituirla con otra sustancia.

Su producción es indispensable para reponer sangre por pérdidas agudas, como son los traumatismos, los procesos quirúrgicos donde hay pérdida de componentes sanguíneos, glóbulos rojos o plaquetas, y para proporcionar los componentes necesarios en aquellas enfermedades que atacan la médula ósea y no hay producción de alguno o todos los elementos que conforman la sangre y son indispensables para la vida.

Así como para cubrir las funciones de la sangre dentro del cuerpo, como es acarrear nutrientes, acarrear oxígeno, participar en la coagulación y en la respuesta inmune del cuerpo.

1.1 ¿Qué es la Sangre?

La sangre es en realidad un tejido. Es espesa porque está compuesta de una variedad de células, cada una de las cuales tiene una función diferente. La sangre consiste en un 80% de agua y un 20% de sustancias sólidas.

Sabemos que la sangre está compuesta principalmente de plasma. Pero hay 3 tipos principales de células sanguíneas que circulan con el plasma:

Una gota de sangre contiene aproximadamente

- 5 millones de glóbulos rojos (Eritrocitos)
- 5.000 a 10.000 glóbulos blancos (Leucocitos)
- 250.000 plaquetas.

1.2.- Principales componentes de la sangre.

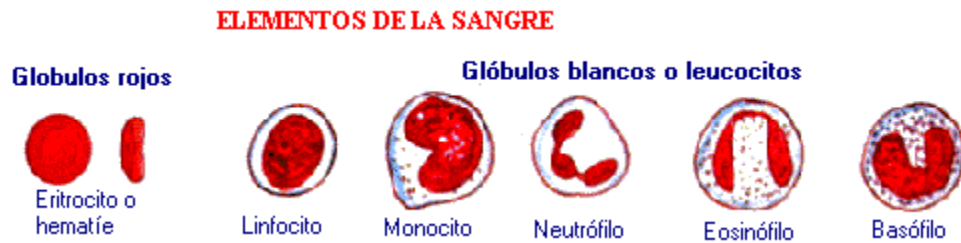


Figura. 1. Elementos de la sangre

El **plasma** sanguíneo es la parte líquida de la sangre, es salado, de color amarillento y en él flotan los demás componentes de la sangre, también lleva los alimentos y las sustancias de desecho recogidas de las células. El plasma cuando se coagula la sangre, origina el suero sanguíneo.

Los **glóbulos rojos**, también denominados **eritrocitos**, se encargan de la distribución del oxígeno molecular (O_2). Tienen forma de disco bicóncavo y son tan pequeños que en cada milímetro cúbico hay cuatro a cinco millones, midiendo unas siete micras de diámetro. No tienen núcleo, por lo que se consideran células muertas. Los eritrocitos tienen un pigmento rojizo llamado hemoglobina que les sirve para transportar el oxígeno desde los pulmones a las células. Una insuficiente fabricación de hemoglobina o de glóbulos rojos por parte del organismo, da lugar a una anemia.

Un adulto sano tiene alrededor de 35 billones de estas células. El organismo crea alrededor de 2,4 millones de estas células por segundo y cada una vive unos 120 días. Los glóbulos rojos se forman en la médula ósea, que se halla dentro de los huesos del esqueleto, desde donde son liberados al torrente sanguíneo.

Los **glóbulos blancos** o **leucocitos** tienen una destacada función en el Sistema Inmunológico al efectuar trabajos de limpieza (fagocitos) y defensa (linfocitos). Son mayores que los eritrocitos, pero menos numerosos (unos siete mil por milímetro cúbico), son células vivas que se trasladan, se salen de los capilares y se dedican a destruir los microbios y las células muertas que encuentran por el organismo. También producen anticuerpos que neutralizan los microbios que producen las enfermedades infecciosas.

Unos se forman en la médula ósea y otros en el sistema linfático (bazo, ganglios, etc.). Los glóbulos blancos están constantemente atentos a cualquier signo de enfermedad. Cuando aparecen los gérmenes utilizan diferentes maneras para atacarlos; por ejemplo produciendo anticuerpos protectores que inutilizan a los gérmenes; ó rodeando y devorando a la bacteria invasora.

Las **plaquetas**, o **trombocitos**, son las células sanguíneas más pequeñas. Intervienen en la coagulación de la sangre impidiendo las pequeñas hemorragias que se producen habitualmente en las arterias, venas y capilares; además de producir diversas sustancias que ayudan a la cicatrización de las heridas.

Se producen en la médula ósea y viven entre 6 y 7 días. Su déficit (*trombopenia*), que es frecuente en enfermedades como la leucemia, o tras algunos tratamientos del cáncer, provoca la aparición de hemorragias graves. El tratamiento prioritario en estos casos es la transfusión de concentrados de plaquetas.¹

¹ (Pearl, 1996)

Células sanguíneas

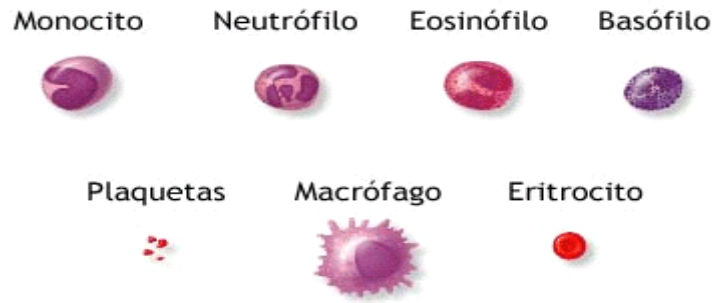


Figura. 2 Componentes y células sanguíneas.

Composición de la sangre

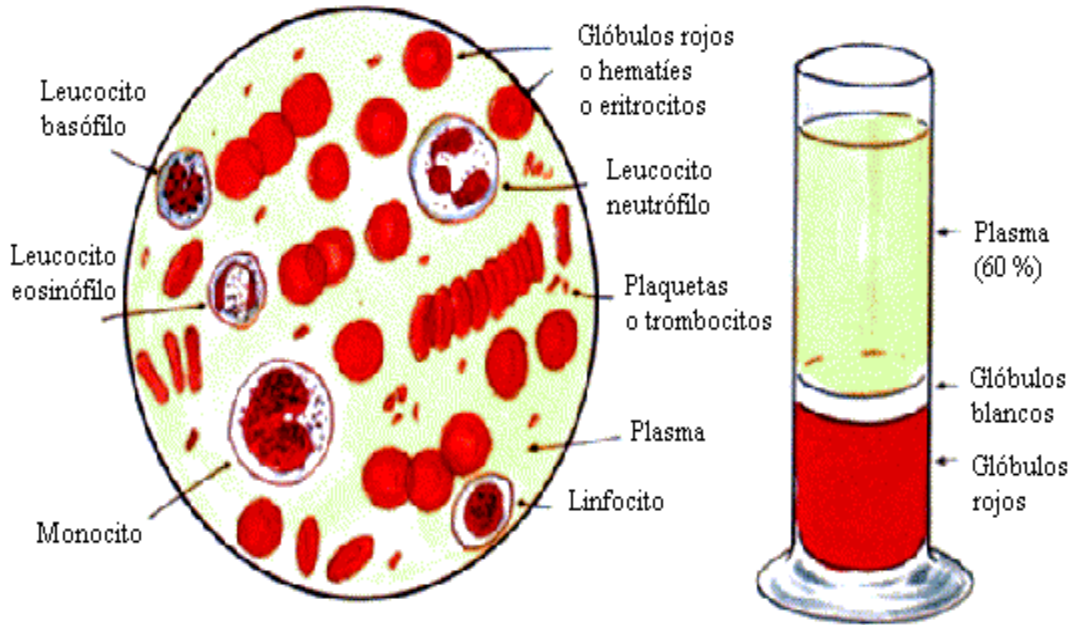


Figura. 3 Composición de la sangre.

1.3.- Grupo Sanguíneo.

Grupo sanguíneo es cada uno de los diversos tipos en que se ha clasificado la sangre de las personas en relación con la compatibilidad de los eritrocitos y suero de otro individuo donador de sangre con los eritrocitos y suero de otro individuo que la recibe. La determinación de estos grupos, que al principio se limitaban a la sección de donantes y receptores para la transfusión sanguínea se ha extendido a la determinación de la paternidad y a la identificación en criminología.

Estos grupos son cuatro, según la clasificación que hizo Landsteiner, clasificación hoy universal y se denominan: 0, A, B, AB. Se caracterizan por las diferentes combinaciones de dos aglutinógenos* existentes en los glóbulos rojos y de dos aglutininas contenidas en el suero.²

1.4.- Factor Rh

El Factor Rh es un aglutinógeno* encontrado en 1940 por Landsteiner y Weiner, en los glóbulos rojos en unos primates (*Macacus rhesus*) y que también existe normalmente en el 85% de los humanos, que por esta causa se denomina Rh positivos. La sangre de estos transfundida a los Rh negativos (15%), provoca en el suero de éstos últimos la formación de anticuerpos, que en sucesivas transfusiones pueden destruir los glóbulos rojos del donante Rh +, invalidando así la transfusión y creando efectos adversos. También en el embarazo un feto Rh + puede provocar en la madre Rh - la producción de aglutininas que podrán ser la causa de la enfermedad hemolítica de los recién nacidos.

Posibilidades de Donación.

| DONANTE | RECEPTOR |
|-----------------|---|
| 0 (-) UNIVERSAL | A (+), A(-), B(+), B(-), AB(+), AB(-), 0(+), 0(-) |
| 0 (+) | A (+), B(+), AB(+), 0(+) |
| A (-) | A (+), A(-), AB(+), AB(-) |
| A (+) | A (+), AB(+) |
| B (-) | B(+), B(-), AB(+), AB(-) |
| B (+) | B (+), AB (+) |
| AB (-) | AB (+), AB (-) |
| AB (+) | AB (+) |

Tabla 1. Posibilidades de donación.

* Aglutinógeno. Nombre que se da a ciertas propiedades o a ciertas sustancias (antígenos) que presentan algunos microbios o algunos glóbulos rojos (hemaglutinógenos), que hacen a estos microbios y a estos glóbulos aglutinables, por los sueros que contienen las aglutininas correspondientes. Los glóbulos rojos tienen muchas clases de aglutininas: las más antiguas conocidas son la aglutinina A y la aglutinina B que pueden, según los individuos, hallarse aisladas o asociadas en los hematíes, o bien estar ausentes: de ahí la división de los individuos en cuatro categorías o grupos sanguíneos; las aglutinina M, N y P; la aglutinina Rh y las aglutininas afines

² (Universidad de Alcalá, 2005)

Posibilidades de Recepción

| DONANTE | RECEPTOR |
|------------------|---|
| AB (+) UNIVERSAL | A (+), A(-), B(+), B(-), AB(+), AB(-), 0(+), 0(-) |
| AB (-) | AB (-), B(-), A(-), 0(-) |
| B (+) | B (+), B(-), 0 (+), 0 (-) |
| B (-) | B (-), 0 (-) |
| A (+) | A (+), A (-), 0 (+), 0 (-) |
| A (-) | A (-), 0 (-) |
| 0 (+) | 0 (+), 0 (-) |
| 0 (-) | 0 (-) |

Tabla 2. Posibilidades de recepción.

1.5.- Características de los Componentes Fraccionados y su Almacenamiento

1.5.1.- Sangre Total y Concentrado Eritrocitario

La sangre fresca total mantiene todas sus propiedades por un tiempo limitado. Es la unidad que contiene tejido hemático no fraccionado suspendido en solución anticoagulante con o sin soluciones aditivas, la sangre fresca total es un producto poco accesible, escaso, limitado y riesgoso.³

Función

Transporte de oxígeno a los tejidos y aumento de volumen.

Almacenamiento

Debe conservarse a una temperatura de entre +1 a +6 °C dentro de las primeras seis horas a ocho horas dependiendo de los anticoagulantes con que haya sido colectada. Si se van a obtener concentrados plaquetarios, deberá mantenerse por el mismo tiempo, pero a una temperatura de entre +20 y +24 °C.

Nota: La sangre total puede ser utilizada hasta 24 horas después para obtener plaquetas, si se coloca inmediatamente entre +20 y +24 °C en placas de 1,4 butanediol.

Transporte

Debe estar a temperatura controlada entre +1 y +6 °C siempre y cuando no se utilice para obtener plaquetas. En tal caso deberá mantenerse a +22 °C en contenedores limpios termoaislantes. Se debe usar un sistema de transporte validado y, en el primer caso, que garantice que la temperatura no exceda de +10 °C; y en ambos casos, el tiempo máximo de transporte validado debe ser menor a 24 horas. Por ser producto biológico, si esta unidad permanece más de 30 minutos fuera de la temperatura mencionada debe dársele destino final.

1.5.2.- Concentrado eritrocitario

Descripción

El concentrado eritrocitario (CE) es el componente obtenido por remoción de una parte del plasma de sangre total (ST) que contiene mayoritariamente eritrocitos.

Función

Transporte de oxígeno a los tejidos.

Almacenamiento

Dependiendo del tipo del proceso o método de obtención, anticoagulante y aditivos, el concentrado eritrocitario (CE), puede durar desde 4 horas hasta 35 días, conservándolo a una temperatura de entre +1 a +6 °C.

Transporte

En contenedores limpios termoaislantes. Debe estar bajo temperatura controlada entre +1 y +6 °C. Se debe usar un sistema de transporte validado que garantice que la temperatura no exceda de +10 °C y el tiempo máximo de transporte debe ser menor a 24 horas. Por ser producto biológico si esta unidad permanece más de 30 minutos fuera de la temperatura mencionada debe dársele destino final.

³ (Pettit, 1997)

1.5.3.- Concentrados Plaquetarios

Descripción

Los concentrados plaquetarios (CP) pueden obtenerse de sangre total (ST) o por aféresis:

Concentrado plaquetario obtenido de ST

a) Obtenido por fraccionamiento de la ST en las primeras seis horas en ACD u ocho horas en CPD o con soluciones aditivas, el volumen promedio es de 45 a 60 ml; debe tener una concentración de plaquetas mínima de 5.5×10^{10} , el contenido de leucocitos es de 1×10^8 y aproximadamente 1 ml de eritrocitos.

b) CP obtenido por el sistema de remoción de la capa leucoplaquetaria: las plaquetas se separan por centrifugación adicional y tiene una concentración de plaqueta mínima de 5.5×10^{10} y un contenido promedio de leucocitos de 1×10^7 por bolsa.

Concentrado plaquetario obtenido por aféresis

Se obtiene de un sólo donador mediante la utilización de máquinas separadoras de células. La concentración mínima de plaquetas es de 3.0×10^{11} que equivale de 4 a 12 CP convencionales; se puede alcanzar una cantidad de hasta de 6 a 9 x 10¹¹. La concentración de eritrocitos y leucocitos depende del sistema de separación y máquina utilizadas.

Función

La hemostasia es un proceso fisiológico complejo que permite detener el sangrado con la participación de tres componentes:

- I. Plaquetas
- II. Proteínas plasmáticas (factores de la coagulación)
- III. Vasos sanguíneos y células endoteliales

Las plaquetas actúan en la hemostasia primaria y tienen cinco funciones principales: adhesión, agregación, secreción, proveer superficie procoagulante y retracción del coágulo.

Conservación y almacenamiento

Los concentrados de plaquetas deben conservarse en cámara de temperatura controlada entre +20 y +24 0C en agitación continua a 20 revoluciones por minuto, la vigencia es de tres a cinco días de acuerdo a la bolsa de plástico utilizada.

1.5.4.- Plasma Fresco Congelado

Descripción

Es el componente líquido de la sangre total que se obtiene una vez retirados los elementos formes. Se obtiene por centrifugación o sedimentación con un volumen mayor a 150 ml y hasta de 750 ml si es obtenido por aféresis.* Contiene niveles normales de factores de coagulación estables, albúmina e inmunoglobulinas. Contiene más de 70 UI de factor VIIIc por 100 ml y cantidades similares de los demás factores lábiles de la coagulación. No debe contener anticuerpos irregulares antieritrocitarios de significancia clínica.

* Procedimiento que consiste en extraer sangre de un donador o paciente; separarla a ésta en sus componentes de forma específica y selectiva empleando equipos automatizados; retener uno o más de los componentes deseados y re-infundir el resto.

Función

Aporta los factores de la coagulación y de la fibrinólisis necesaria para la corrección de coagulopatías. Para uso clínico existen variantes de acuerdo a su preparación y conservación:

a) Plasma fresco congelado (PFC) es el que como mínimo contiene el 70% de los factores de coagulación.

b) Plasma desprovisto de crioprecipitado (PDC): es el remanente después de haber separado los factores de coagulación que precipitan en frío (crioprecipitado), por lo que es pobre en factor VIII, factor de von Willebrand (vW), factor XIII, fibrinógeno (factor I) y fibronectina.

Conservación y Almacenamiento

Congelado preferentemente dentro de las seis primeras horas de obtenido a menos 30 °C en el lapso de una hora; y posteriormente conservado a menos 18 °C, hasta por un año.

Transporte

En contenedores limpios termoaislantes. La temperatura de almacenamiento se debe mantener durante el transporte Cuando lo reciba el hospital, se debe asegurar que el plasma se haya mantenido congelado durante el tránsito.

1.5.5.- Crioprecipitado

Descripción

Fracción proteica precipitable que se obtiene del plasma fresco congelado a temperatura de -70 °C y que se mantiene precipitada al descongelarse en condiciones controladas.

Función

Corrección de la deficiencia de los factores de la coagulación I, VIII, von Willebrand y XIII.

Almacenamiento

Su conservación será a menos 18 °C con una vigencia máxima de 12 meses a partir de la fecha de extracción o de seis horas una vez descongelado.

Transporte

Debe realizarse en contenedores limpios termoaislantes con congelante. La temperatura de conservación debe mantenerse durante su transporte al hospital.

2.- La sangre y su importancia como producto

Las transfusiones de sangre salvan vidas y mejoran la salud, pero hay millones de pacientes que las necesitan y no tienen acceso a sangre segura. Pese a los esfuerzos que se están realizando, todavía quedan muchos años para que los sucedáneos artificiales puedan remplazar la sangre humana donada.

El programa de la OMS sobre la Seguridad de las Transfusiones de Sangre ha iniciado entre los Estados Miembros una encuesta anual sobre los principales indicadores cuantitativos de la seguridad de la sangre. El objetivo de la encuesta consiste en evaluar la situación mundial de la seguridad de la sangre, seguir su evolución y los progresos realizados, e identificar los países que necesitan apoyo de forma prioritaria. Esta encuesta tuvo un buen índice de participación, obteniéndose datos de 162 países cuya población total (5900 millones de personas) representa el 92% de la población mundial aportaron a la OMS datos sobre 85,4 millones de donaciones de sangre. El informe abarca 7997 centros de sangre, en cada uno de los cuales se recogió un promedio de 9000 donaciones. La media anual fue de 13 600 donaciones por centro en los países desarrollados, de 6 000 en los países en transición, y de 2800 en los países en desarrollo.

Aunque la necesidad de sangre es universal, hay grandes diferencias entre los países en desarrollo y los países desarrollados con respecto al acceso a sangre segura. Se calcula que, en general, el mínimo necesario para atender las necesidades más básicas de un país es que el 1% de su población sea donante (10 donantes por 1000 habitantes); esas necesidades son mayores en los países con sistemas de atención de salud más avanzados.

- De los 85,4 millones de donaciones hechas en 2007, aproximadamente el 65% correspondieron a los países desarrollados, que solo representan aproximadamente un 25% de la población representada.
- En 42 países los donantes voluntarios no remunerados, que son la fuente más segura, aportaron menos del 25% de las donaciones.
- En 2007, 31 países seguían obteniendo donaciones remuneradas, que totalizaron más de un millón de donaciones.
- En 41 países no se realizaron en toda la sangre donada pruebas de detección de una o más de las siguientes infecciones transmisibles por transfusión: VIH, hepatitis B y C, y sífilis.

2.1.- Tipos de donación de sangre⁴

Hay tres tipos de donación de sangre: voluntaria no remunerada; de familiares o allegados, y remunerada. En comparación con los donantes familiares o remunerados, los donantes voluntarios y altruistas tienen menor prevalencia de infecciones por VIH, virus de la hepatitis y otros microorganismos transmitidos por la sangre.⁴

La donación regular por voluntarios no remunerados es la única forma de asegurar suministros suficientes de sangre segura. Los datos de la Organización muestran una cierta mejora de esas donaciones en todo el mundo, pero muchos países en desarrollo y en transición siguen dependiendo mucho de la donación relativamente poco segura por familiares/allegados y donantes remunerados.

⁴ (Organización Mundial de la Salud., 2008)

Los datos de 97 países revelan que 6,93 millones de posibles donaciones son aplazadas porque el donante padece anemia u otras enfermedades, o tiene comportamientos que lo ponen en riesgo de sufrir infecciones transmisibles por transfusión. Esto demuestra la necesidad de obtener información sobre los donantes y de educar y asesorar a los potenciales donantes. Estas medidas garantizarán la seguridad de la sangre y su disponibilidad, reducirán los aplazamientos innecesarios de las donaciones y garantizarán la salud y la seguridad de los donantes. En la siguiente figura se muestra a nivel mundial el porcentaje de donación de sangre voluntarias no remuneradas a nivel mundial.

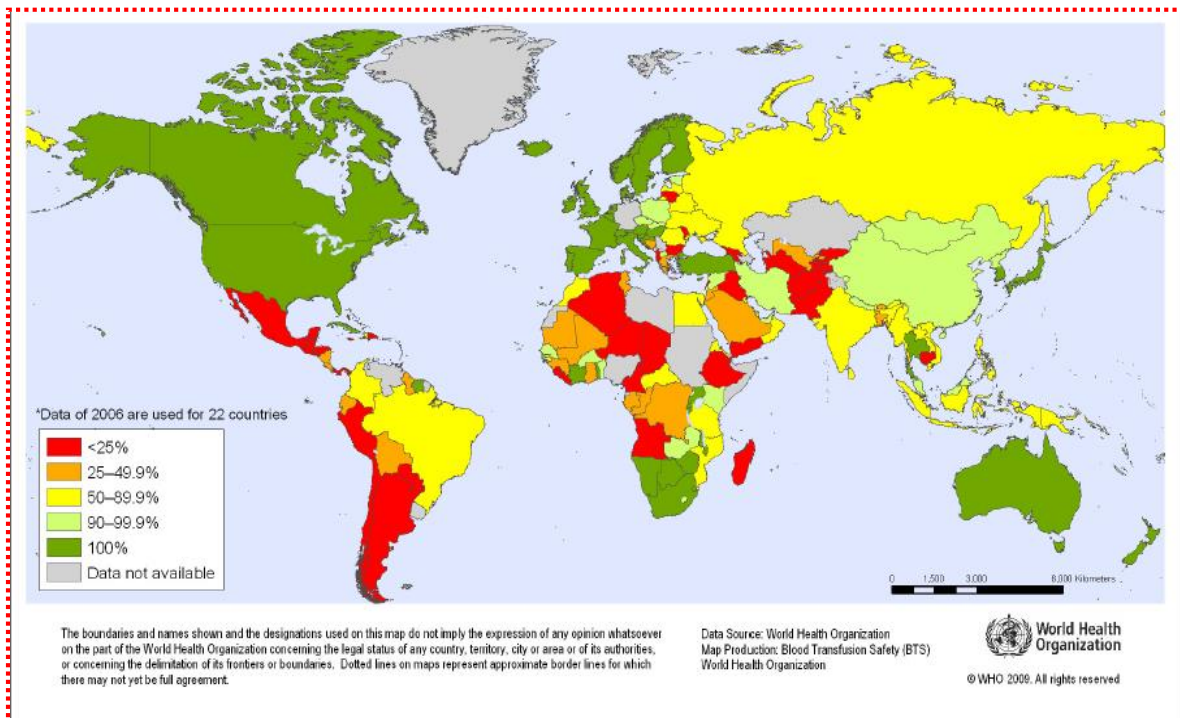


Figura 4. Porcentaje de Donación de sangre voluntaria no remunerada.

2.2.- Importancia y responsabilidad del Banco de Sangre.

Hasta los últimos años del Siglo XX, la donación de sangre por cuatro a seis personas de cada cien habitantes ha sido suficiente en los países desarrollados; en nuestro país, apenas es de uno por cada cien habitantes. Es muy probable que estas cifras guarden relación con el número de camas de hospital por cada mil habitantes, que comparativamente es apenas de una en México contra cuatro y hasta doce en países desarrollados. Mientras existan pacientes con cirugía de urgencia o de alta complejidad y pacientes con enfermedades hemorrágicas hereditarias, la donación de sangre es imprescindible. Conviene agregar que, de acuerdo con la OMS (Declaración de Alma-Ata), los habitantes de un país tienen el compromiso de aportar los recursos necesarios para la atención de la salud de la comunidad.

A pesar de que en los países desarrollados, desde los años de la Segunda Guerra Mundial se informa continua, adecuada y oportunamente la necesidad de donación voluntaria de sangre por parte de sus habitantes, hasta la fecha esto sigue siendo necesario. A raíz de la identificación de la transmisión del VIH por la transfusión, en Estados Unidos de América se redujo el número de unidades de sangre captadas anualmente de 12 a 10 millones, en México, la donación de sangre también es una necesidad continua que solo en circunstancias catastróficas como terremotos e incendios ha sido satisfecha de manera espontánea por nuestra población; la forma operante de donación en este país es la familiar, es decir, por compromiso, cuando el paciente se hospitaliza, los familiares acuden a donar sangre; frecuentemente, esto no es suficiente para satisfacer las necesidades hospitalarias por lo que sigue siendo un reto el fomentar que personas ajenas al paciente, de manera voluntaria y caritativa, acudan espontáneamente a donar su sangre una o dos veces al año. No se ha encontrado una fórmula eficaz para conmovir a los ciudadanos y favorecer la donación de sangre altruista; probablemente las medidas informativas dirigidas a estimular la donación voluntaria de sangre, integradas a la educación de los niños, puedan servir como semilla para lograr el cambio en la conciencia ciudadana.⁵

En México hay 555 Bancos de sangre y cinco mil 300 servicios de transfusión y 80% de los bancos de este tipo que se encuentran en hospitales están certificados. El proceso de donación se realiza con estrictas medidas de seguridad, lo que elimina la posibilidad de que el donador se contagie. El proceso de donación de sangre en México es altamente seguro, al realizarse en bancos de sangre acreditados por la Secretaría de Salud, lo cual ha evitado, por ejemplo, que desde hace más de una década no se presenten infecciones por esta vía por virus de Inmunodeficiencia Humana, causante del Sida.

Lo anterior fue asegurado por el Director General del Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea de la Secretaría de Salud, Antonio Marín y López, quien enfatizó que en todos los bancos, previo a la donación, se ofrece una plática informativa amplia a la persona candidata y se le muestra todo el proceso a seguir, entre el que se incluye el uso de material nuevo y desechable, lo que elimina la posibilidad de contagio.

Dijo que “una de las causas por las que la población no quiere acudir a donar sangre es precisamente el temor a infectarse, por el contrario, debe estar segura que no hay manera de que esto suceda y que además tampoco se van a sentir débiles, les va a causar alguna enfermedad o ya no se va a reponer el líquido, como comúnmente se cree.”

En México los Bancos de sangre y servicios de transfusión, están totalmente regulados por la Secretaría de Salud. De ellos, alrededor de 40% cuenta con certificaciones ISO 9000, europeas o de la Asociación Americana de Bancos de Sangre por ir más allá de los estrictos controles de calidad tanto en instalaciones, equipo y procedimientos. Además de que algunos bancos de sangre se encuentran en hospitales que cuentan con este tipo de acreditaciones.

⁵ (Moyado, 2004)

El especialista de la Secretaría de Salud señala que la sangre y sus componentes son un bien público porque son productos irremplazables, cuya única fuente de obtención es el ser humano. Se trata además de bienes que deben ofrecerse en condiciones de equidad, humanidad y responsabilidad social. No obstante, es necesario incrementar la cultura de la donación voluntaria, ya que esto aumenta la seguridad del líquido que se obtiene porque quien lo dona sabe que reúne los requisitos para ello.

Dio a conocer que en 2007, de un millón 600mil donaciones que se hicieron, sólo 3.25% fue voluntaria, el resto fue de reposición familiar porque tenían un paciente hospitalizado. Asimismo, del total, 40% provino del IMSS, 31% de la Secretaría de Salud, 7% del ISSSTE, 12% de instituciones privadas y 2% de otros como PEMEX, SEDENA y la Cruz Roja.

Ante esta situación, el Director General del CNTS enfatizó la necesidad de que la población se sensibilice de la importancia de donar sangre para garantizar la recuperación de la salud de múltiples pacientes, ya que al solicitarla a los familiares, a veces ocasiona que por cumplir el requisito, acuden donadores que si bien tienen la edad, peso y no están tatuados, puede ser que mientan al decir que no tienen prácticas sexuales riesgosas o no padecieron enfermedades como sífilis, hepatitis B, C o enfermedad de Chagas, después se encuentran positivas al analizar la sangre.

Aclaró que la sangre que se obtiene se analiza de manera minuciosa para verificar que está totalmente libre de virus de hepatitis B y C, VIH, enfermedad de Chagas y sífilis, y la que resulta positiva para cualquiera de estas infecciones no se transfunde, se desecha. Señala que el Programa Nacional de Salud 2007-2012, en su objetivo 4.5 precisa que el CNTS es el organismo rector responsable de dictar las normas relativas a la donación, obtención, procesamiento, almacenamiento, distribución eficiente, oportuno y seguro, así como el uso clínico de la sangre y sus componentes, incluido las células progenitoras hematopoyéticas.

La función operativa recae en una red de servicios de sangre bajo la supervisión del estado y para garantizar la autosuficiencia, oportunidad, y seguridad de la sangre y sus componentes, tanto para donadores como para receptores, durante esta administración se incrementa la promoción de la donación voluntaria como la única fuente segura, teniendo como meta subir al doble el número de donaciones voluntarias.

Marín y López comentó que junto con la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional A.C., inició una campaña permanente que tiene como lema “No dejes que México se quede sin sangre” , que incluye programas de capacitación al personal que trabaja en esta Área, además de propuestas sobre la inclusión del tema en el plan de estudios de primaria y secundaria para inculcar esta actividad desde la infancia, información amplia a los donadores sobre las ventajas de que sea voluntaria, para que sirvan como emisores del mensaje con su familia y amigos, y material impreso, entre otras estrategias.⁶

En el Banco Central de Sangre del Centro Médico Nacional La Raza, el más importante del país por su captación de donadores y por mantener los estándares de calidad internacionales recibe más de 83,000 donadores anualmente, aproximadamente solo 6 mil donadores logran donar por mes, de los cuales solo hay un promedio de 50 donadores altruistas mensuales que representan el 0.83% de la captación de donadores, lo cual nos indica como ya se ha comentado anteriormente que hay un déficit enorme en lo que se refiere a donación altruista y solo se capta en este donadores dirigidos desde las clínicas para los familiares.

Ante esto se presenta una doble problemática; por una parte se tiene que las donaciones altruistas son escasas y por otra la capacidad del Banco de Sangre es técnicamente sobrepasada por la cantidad de “donadores dirigidos” que asisten a este Banco de Sangre, por lo que se derivan una serie de problemas como son:

⁶ (Acontecer Médico, 2008)

- En este caso el Sistema Nacional de Salud tiene un desabasto de Sangre
 - Una de las causas es la falta de donación altruista
 - Más del 97% de las donaciones es familiar
 - No se cuenta con la Infraestructura para el Almacenamiento de Grandes cantidades del producto.
 - Falta de más Bancos de Sangre de primer nivel

3.- Banco de Sangre CMN “La Raza”



3.1.- ¿QUE ES UN BANCO DE SANGRE?

Según la definición establecida por la *Norma Oficial Mexicana 003-SSA2-1993*. Es el establecimiento autorizado para obtener, recolectar, conservar, aplicar y proveer sangre humana, así como para analizar y conservar, aplicar y proveer componentes de la misma.

3.1.1.- Tipo de Bancos de Sangre.

Banco de Sangre Tipo A:

Es aquel que promueve el programa de donación de sangre y sus componentes y de células progenitoras hematopoyéticas, recolecta, fracciona, estudia, distribuye y coordina movimientos de excedentes, realiza actividades docentes y de investigación, supervisa y asesora la operación de Bancos de Sangre tipo B y C de su jurisdicción, resuelve y analiza problemas transfusionales, de anemias hemolíticas, practica terapia transfusional ambulatoria, realiza estudios y procedimientos de producción especializada y realiza Hemovigilancia.

Banco de Sangre Tipo B:

Es aquel que promueve el programa de donación de sangre y sus componentes, recolecta, fracciona, estudia, distribuye y coordina movimientos de excedentes eventualmente, realiza actividades docentes y de investigación, supervisa y asesora la operación de Bancos de Sangre tipo C de su jurisdicción, resuelve y analiza problemas transfusionales, practica terapia transfusional ambulatoria y hospitalaria.

Banco de Sangre Tipo C:

Es aquel que promueve el programa de donación de sangre y sus componentes, recolecta y estudia parcialmente y los envía al Banco de Sangre A o B para su procesamiento.

3.2.- Historia del Banco Central de Sangre Centro Médico Nacional La Raza

Apenas un año después de que el Instituto Mexicano del Seguro Social iniciara su labor hospitalaria en 1943, se instaló el primer Servicio de Transfusiones en los primeros meses de 1945. Su primera ubicación fue en el lugar que ocupara el Hotel Amnassadeur y posteriormente en lo que fue la Clínica 1 con sede en la Clínica Lincoln en la Colonia Condesa, bajo la jefatura de Rolando Medina Aguilar, en quien recayó la responsabilidad de realizar su planeación y formación.

En 1952 el Dr. Gastón Novelo Glumer asume la Jefatura del Servicio de Transfusiones y Banco de Sangre y establece las bases para un desarrollo ascendente. En 1955 logra el traslado de ambos servicios al primer piso de la consulta externa del Hospital General de la Raza.

En 1957 se inician las actividades académicas con el curso de Inmunohematología que se imparte hasta la fecha, en aquel entonces con la presencia de profesores de relieve internacional como los doctores Ernesto Rice y Ruth Sanger. En 1962 es sede del IV Congreso Internacional de Transfusión y Hematología y en ese mismo año se establecen los departamentos de Hematología y Banco de Sangre como servicios independientes. En junio de 1964 se logra el incremento de personal a 22 plazas.

1968 es un parte aguas: el Banco de Sangre se independiza físicamente trasladándose al edificio ubicado a un costado del Hospital de Infectología de este Centro Médico La Raza y en este inmueble, en el año de 1981, se logra la autonomía del banco de Sangre siendo su primer director el Dr. Miguel Ángel Argáez Manzanilla. Para 1972 el Dr. Miguel Ángel Argáez Manzanilla se instituye la donación de sangre altruista y familiar como una respuesta a la pandemia del SIDA y se incrementan los estudios de tamizaje de la sangre para dar mayor seguridad a la terapia transfusional. En 1987 un equipo encabezado por el Dr. Uribe Cortés y la Química Bertha Ruedas Bautista inicia la producción de sueros hemoclasificadores satisfaciendo el 100% de las necesidades del IMSS en el D.F. y el 8% a nivel nacional.

Para 1988 asume la dirección del Banco Central de Sangre una gran visionaria de la Medicina Transfusional, la Dra. María Cristina Vázquez Peláez. Con el apoyo irrestricto de las autoridades del Instituto en la persona de la Dra. Adalia Lee Ramos, del Dr. Arturo Gaytán y de la Dra. Margarita Becerril, se logra la obtención del terreno y la ejecución de los primeros planos del edificio que el día de hoy se ocupa. Se consigue también la modificación de la plantilla y del organigrama para ajustarlos a las necesidades del Banco de Sangre de mayor productividad del país, logrando un incremento substancial hasta contar con 204 trabajadores.

Es también durante la gestión de la Dra. Vázquez Peláez que se cuenta con la primera unidad móvil para reclutamiento de donadores altruistas en el IMSS; se formaron las clínicas de terapia transfusional del paciente ambulatorio, del paciente policitémico, de tratamiento oportuno paciente hemofílico, de información y tratamiento de donadores VIH positivos, de seguimiento epidemiológico de donadores con padecimientos transmitidos por transfusión sanguínea, entre otros. Se alcanza también un incremento fundamental en lo que corresponde a la educación e investigación, que se mantiene hasta la fecha tal y como corresponde a un Banco de Sangre de esta envergadura.

En el año de 2002 la Dra. Bárbara Novelo Garza ocupa la dirección de la unidad y en julio de ese año se traslada el Banco de Sangre a su sede actual. Es la Dra. Novelo quien ve cristalizados los sueños de contar con una unidad acorde con la magnitud, presencia, relevancia e influencia del Banco Central de Sangre en el ámbito de la Medicina Transfusional en nuestro país y Latinoamérica.

En el año de 2004 la Dra. Novelo consigue que el banco Central de Sangre sea sede el Banco de Células Progenitoras Hematopoyéticas de Cordón Umbilical del Instituto Mexicano del Seguro social, a pesar de las carencias financieras y de los cambios estructurales que ha sufrido el Instituto; ha luchado con garra y logrado, en conjunto con su equipo de trabajo, la implantación y aprobación del tratamiento domiciliario del paciente hemofílico, la implementación de los estudios de Biología Molecular para el tamizaje de la Sangre que hoy en día, a pesar del retraso en la Norma Oficial Mexicana, son requeridos para mejorar la seguridad transfusional.

Finalmente, en enero de este año se logró la Certificación ISO 9001-2000 del Banco de Células Progenitores de Cordón Umbilical que garantiza el cumplimiento de estándares internacionales, y en este mes de Octubre la organización Global Quality Foundation con sede en Nueva York otorgó el codiciado Galardón Excelsis en reconocimiento y estímulo a la calidad en productos y servicios otorgados por el Banco de Sangre.

Actualmente el Banco de Sangre del Centro Médico Nacional "La Raza" es el segundo más grande y el más seguro de América Latina; además de que un estudio realizado en 14 países de la región lo ubicó entre los tres bancos de sangre que obtuvieron categoría de excelencia.

Este banco de sangre logra captar ocho por ciento de las donaciones a nivel nacional, y es el más seguro porque cuenta con equipo de vanguardia para analizar la sangre que se dona, con lo que se garantiza el cumplimiento de los estándares más exigentes.

3.3. Ubicación del Banco de Sangre.

El norte de la Ciudad de México es una región densamente poblada y es el área de influencia del segundo banco de sangre con mayor concurrencia en América Latina. El CMN La Raza es un complejo médico que cuenta con una vasta infraestructura para la atención de los derechohabientes, entre los Hospitales más importantes de este complejo destacan el Hospital de Especialidades, Hospital de Gineco Obstetricia y el Hospital General.

El Centro Médico Nacional la Raza está ubicado sobre la Calzada Vallejo y Paseo de las Jacarandas, dentro de la Delegación Gustavo A. Madero.

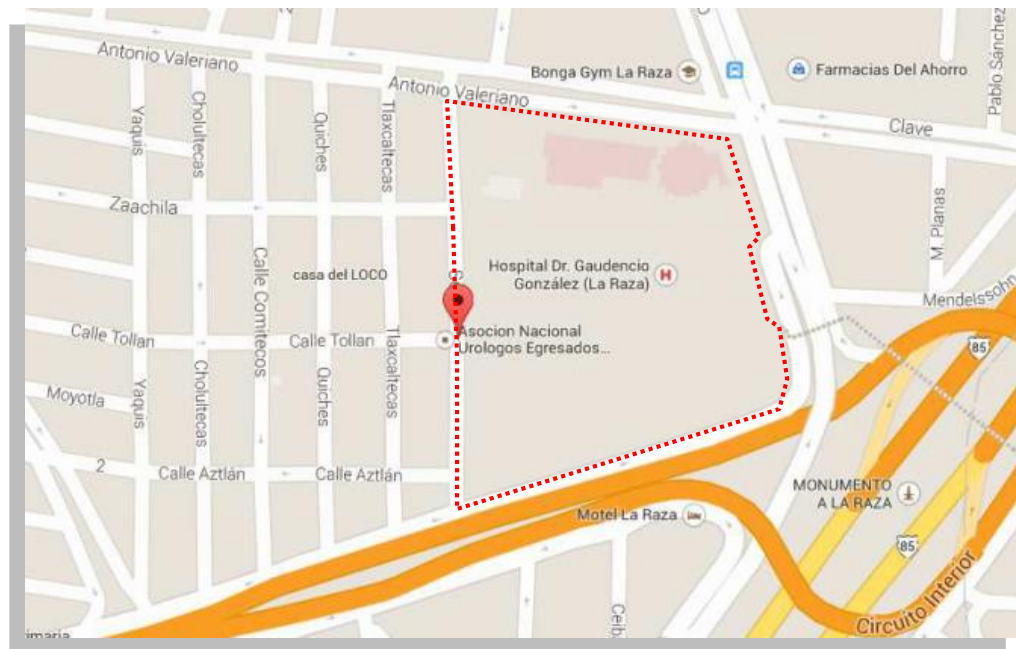


Figura 5. Ubicación del Banco de Sangre CMN la raza.

3.4.- Cobertura del Banco de Sangre CMN La Raza.

Como se ha documentado el tipo de donación en México es familiar o dirigida además de que el Banco de Sangre de la Raza tiene una cobertura determinada por el IMSS en cuanto a los Hospitales que dirigen sus donaciones hacia este Banco de Sangre. En nuestro proyecto estos Hospitales son los Proveedores, ya que estos dirigen sus donaciones al Banco de sangre, pero también se convierten en los clientes al enviar sus requerimientos diarios de Sangre. A continuación se enlistan los Hospitales a los que brinda la cobertura el Banco de Sangre CMN La raza.

Hospitales pertenecientes al IMSS.

| Hospitales pertenecientes al IMSS | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| • H.G.Z.N°1 PACHUCA HIDALGO | • H. INFECTO C.M.R. |
| • H.G.Z.N°5 TULA DE ALLENDE, HDGO | • HOSPITAL TRAUMA SUR |
| • H.G.Z.N° 196 | • B.C.S. C.M.N. SIGLO XXI |
| • H.G.Z.N° 72 | • H.G.Z.N°1 GABRIEL MANCERA |
| • H.G.Z.N° 197 | • H.G.Z.N°2 2-A TRONCOSO |
| • H.G.Z.N° 53 | • H.G.Z.N°32 |
| • H.G.Z.N° 57 | • H.G. VENADOS 1ª |
| • H.G.Z.N° 68 | • H.G.Z.N° 6 TEPEJI DEL RÍO, HGO. |
| • H.G.Z.N° 71 | • H.G.Z.N° 30 |
| • H.G.Z.N° 76 | • H.G.Z.N° 36 |
| • H.G.Z.N° 98 | • H.G.Z.N°221 TOLUCA, EDO. DE MEX. |
| • H.G.Z.N° 220 TOLUCA, EDO. DE MEX. | • H.G.O. N° 60 |
| • H.G.Z.N° 194 | • HOSPITAL PEDIÁTRICO SIGLO XXI |
| • H.G.Z.N° 58 | • H. ESP. C.M.N. SIGLO XXI |
| • H.T.O.L.V. | • H.G.Z.N° 26 |
| • H.G.Z.N°13 | • H.G.Z.N° 4 |
| • H.G.Z.N° 24 | • H.G.Z.N° 8 |
| • H.O.M.S. | • U.H.F. N° 73 |
| • H.T.M.S. | • H.G.O. N° 4 |
| • H.E. C.M.R. | • H.G.R. N° 7 CUAUTLA MORELOS |
| • H.G. C.M.R. | • H.T.O. PUEBLA |
| • H.G.O.N° 3 C.M.R. | • H.G.Z.N° 33 TIZAYUCA, HDO. |
| • H.G.T.O.H.G.R. N° 25 | • H.G.R. VICENTE GUERRERO |
| • H.G.Z.N° 27 | • H.G.Z.N° 5 ZACATEPEC |
| • H.G.Z.N°29 | |

Tabla 3. Hospitales del IMSS que dirigen sus donaciones al Banco de Sangre CMN La raza.

Hospitales en convenio con el Banco de Sangre La raza.

| Hospitales en Convenio con el IMSS | |
|---|--|
| CENTRO MÉDICO NAVAL, ARMADA DE MÉXICO | HOSPITAL LA VILLA D.D.F. |
| HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE I.S.S.ST.E | HOSPITAL MOCTEZUMA |
| HOSPITAL ADOLFO LÓPEZ MATEOS | HOSPITAL GENERAL XOCO D.D.F. |
| HOSPITAL CENTRAL MILITAR SRIA. DE LA DEFENSA NACIONAL | HOSPITAL RUBÉN LEÑERO D.D.F. |
| HOSPITAL DE LA MUJER SRIA. DE SALUD | HOSPITAL NAC. DE PEDIATRÍA SS |
| CIEA-IPN | HOSPITAL ABC |
| CLÍNICA GUADALUPE TEPEYAC | HOSPITAL IZTAPALAPA D.D.F. |
| HOSPITAL DURANGO | HOSPITAL AZUCARERO |
| HOSPITAL FERNANDO QUIRÓZ I.S.S.S.T.E. | HOSPITAL DE JESÚS |
| HOSPITAL GENRAL DE TACUBAYA I.S.S.S.T.E. | HOSPITAL MÉDICA LEO CRUZ ROJA MEXICANA |
| HOSPITAL GENERAL GONZALO CASTAÑEDA I.S.S.S.T.E. | INST. NACIONAL DE CANCEROLOGÍA SS |
| HOSPITAL JUÁREZ | HOSPITAL NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIROLOGÍA |
| HOSPITAL GENERAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE I.S.S.S.T.E. | HOSPITAL ESP. "BOSQUE DE ARAGÓN" |
| HOSPITAL REGIONAL IGNACIO ZARGOZA I.S.S.S.T.E. | LABORATORIO ALVWENIA S.A. DE C.V. |
| HOSPITAL GENERAL VILLA D.D.F. | MEDICA SUR |
| HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO "FEDERICOP GÓMEZ" | SRIA. DE SALUD |
| HOSPITAL HOMEOPÁTICO | HOSPITAL SANTA FE |
| HOSPITAL PEDRIÁTICO COYOACAN D.D.F | HOSPITAL ANITA |
| HOSPITAL IZTAPALAPA D.D.F. | HOSPITAL SAN JOSÉ SATÉLITE |

Tabla 4. Hospitales en convenio con el Banco de sangre CMN la raza.

El volumen del Mercado del Banco de Sangre de la Raza es de 50 Clínicas y Hospitales del IMSS y 38 Hospitales que poseen convenio con el Banco de Sangre, de ahí la importancia de sus procesos y su buen funcionamiento ya que su producción está basada en las donaciones familiares o dirigidas.

Es común que en el proceso de distribución no se entregue completo las requisiciones a los Hospitales, debido a la gran cobertura a la que está obligado el Banco de Sangre además de las urgencias que se presenten, otro factor para que no se cumpla con las requisiciones es los tipos menos comunes de sangre, ya que aunque estos se presentan con menor frecuencia o esporádicamente, de la misma forma se captan en el Banco de Sangre. Teniendo esto en cuenta es común que en estos casos excepto los de urgencias el paciente realice auto donaciones.

4.- Funcionamiento del Banco de Sangre.

Para el alcance total del Banco de Sangre incluye los procesos de:

- Recolección de sangre y sus componentes sanguíneos.
- Procesamiento de unidades de sangre.
- Distribución de componentes sanguíneos.

Para el Banco de Sangre de Cordón Umbilical, incluye los procesos de:

- Promoción de la donación,
- Selección del donador, seguimiento epidemiológico de la madre,
- Colección, procesamiento, análisis, almacenamiento, liberación, selección y distribución de Células Progenitoras Hematopoyéticas provenientes de sangre de cordón umbilical con fines terapéuticos.

Los disponentes alogénicos de sangre y de sus componentes podrán corresponder a las categorías siguientes:

- Altruista
- Familiar

Los componentes sanguíneos se pueden obtener mediante los procedimientos siguientes:

- Sedimentación por gravedad (de unidades de sangre);
- Centrifugación a temperatura controlada (de unidades de sangre);
- Aféresis.

La sangre y sus componentes se emplean con fines terapéuticos en las modalidades de:

a) Sangre total, fresca o no.

b) Componentes (o fracciones) celulares que se prepararán como concentrados de:

- Eritrocitos (y variantes tales como, eritrocitos lavados, eritrocitos pobre en leucocitos y eritrocitos congelados y desglicerolados mediante lavado)
- Leucocitos
- Plaquetas

c) Componentes (o fracciones) celulares que son:

- Plasma (que podrá ser: envejecido, fresco, fresco congelado y desprovisto de crioprecipitado)
- Fracciones del plasma (como por ejemplo, crioprecipitado).

Considerando lo anterior, podemos hacer una analogía. El estudio de procesos en la ingeniería industrial no sólo da resultados en las líneas de producción, también pueden aplicarse, y con buenos resultados, en áreas de servicios en las que las personas juegan un papel fundamental.

Para el Banco de Sangre CMN “La raza”, el flujo de la sangre y de sus componentes derivados visto desde el donante hasta el paciente puede ser considerado como en una cadena logística tradicional. Se recolecta la sangre de los donantes, se separa en sus diferentes componentes, se almacena y posteriormente se envían estos productos a hospitales donde son transfundidos a los pacientes. La sincronización de cada uno de estos subprocesos resulta vital, si consideramos que los componentes sanguíneos son perecibles, destacando el caso de las plaquetas que alcanzan, en condiciones vitales seguras los 5 días de vida. Igualmente, desde un punto de vista productivo, la sincronización permite disminuir los cuellos de botella, reducir tiempos de espera, inventarios y mejorar la utilización de recursos. Por esto es imprescindible utilizar metodologías

de análisis de procesos para obtener resultados que reduzcan costos de operación y mejoren la calidad del servicio otorgado al paciente cumpliendo con las demandas en forma oportuna, segura y eficiente.

4.1.- Cadena de Suministro del banco de sangre CMN la raza.

En la figura se muestra la Cadena de Suministros de la Sangre, desde la materia prima (donador) hasta su llegada al cliente final (paciente).



Figura 6. Cadena de Suministro del Banco de sangre. (creación propia)

Diagrama SIPOC del Banco de Sangre CMN La Raza



Figura 7. Diagrama SIPOC del Banco de Sangre (creación propia)

4.3.- Procesos del Banco de Sangre

En el siguiente esquema se muestra el proceso de obtención, abasto y suministro de la Sangre, desde que llega el donador al Banco de Sangre hasta que el paciente recibe el componente sanguíneo.



Figura 8. Diagrama de los procesos del Banco de Sangre.

4.3.1.- Proceso de Donación

El proceso de Donación, inicia las actividades principales del Banco de Sangre, este proceso es el encargado de obtener la materia prima para después ser procesada y brindar productos hemoderivados, que contribuyan con la salud de los receptores.

Durante este proceso el donador es el individuo principal, que hace un recorrido por las diferentes áreas de del banco de sangre destinadas al proceso de donación, donde es atendido por los diferentes profesionales a cargo de las mismas.

En el presente capítulo se expondrá el proceso de donación, sus principales características, variables, requisitos, infraestructura, y un mapeo del proceso que nos servirá para determinar los cuellos de botella que impiden tener un proceso más eficiente y donadores más satisfechos.

4.3.1.1.- Requisitos para donación.

El Banco de Sangre está regulado en sus procesos por la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SSA2-1993, "Para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos". La cual indica los parámetros que están autorizados, y que a continuación se muestran y se explican brevemente.

Estos comprenden los correspondientes a los antecedentes, a la exploración física (historia clínica) y a los resultados de estudios de laboratorio.

En la actualidad, algunas preguntas están directamente orientadas a detectar conductas sexuales de riesgo, como son: la homosexualidad entre varones, la bisexualidad y el cambio frecuente de pareja. La Norma define otros datos que no pueden omitirse en el interrogatorio, siendo estos muy numerosos, por lo que este examen médico debe ser cuidadoso y meticuloso para poder aceptar al donador.

Los requisitos mínimos para que el donador comience el proceso de donación son:

- ✓ Tener entre 18 y 65 años
- ✓ Pesar más de 50 kg
- ✓ Gozar de buena salud
- ✓ Tener un ayuno de 4 horas.
- ✓ No ser adicto a drogas.
- ✓ No acostumbrar prácticas sexuales de riesgo.
- ✓ No estar embarazada, en puerperio o lactando.
- ✓ No haber donado sangre en los últimos 2 meses

| I. Antecedentes de rechazo temporal. | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| Infecciones de vías respiratorias. | Infecciones de vía gastrointestinal. | Tratamiento dental/ absceso dental |
| Medicación reciente /tipo de medicamentos. | Enfermedades graves/ Hospitalización. | Cirugía Mayor/ Menor. |
| Donación previa/ remunerada | Vacunas previas | Otras infecciones. |

Tabla 5. Antecedentes de rechazo temporal

| II. Antecedentes de Rechazo, Situación/ Riesgo. | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------------|
| Más de una pareja sexual | Ejerce la prostitución | Homosexual masculino |
| Bisexual | Violación | Relación sexual con prostitutas. |
| Relación sexual con desconocido. | Contacto con enfermos con VIH | Enfermedades de transmisión sexual. |
| Drogas | Tatuajes | Internamiento en penales/ mentales |
| Acupuntura | Serología Positiva a VIH | Hepatitis. |

Tabla 6. Antecedentes de rechazo.

| III. Antecedentes de enfermedades crónicas/ agudas | | |
|---|--------------------------------|------------|
| Cardiopatía | Crisis convulsivas/ epilepsias | Neoplasias |
| Hipertensión/Hipotensión | Tuberculosis | Paludismo. |
| Toxoplasmosis | Hormona de crecimiento humano | Lepra. |

Tabla 7. Antecedentes de rechazo por enfermedades.

| IV. Antecedentes Gineco-Obstétricos. | | |
|---|----------|----------|
| Gestación | Partos | Cesáreas |
| Lactancia | Abortos. | |

Tabla 8. Antecedentes de rechazo Gineco-obstetricos.

Parámetros en Toma de Signos Vitales.

- Peso menor de 50 kg
- Frecuencia cardíaca menor de 50 latidos por minuto (excepto en atletas) o mayor de 100;
- Cifras de tensión arterial de 100 o mayor para la diastólica y de 180 o mayor para la sistólica;
- Temperatura axilar de 37.0° C o mayor u oral de 37.5° C o mayor;
- Arritmia cardíaca;

Parámetros de Biometría Hemática

Después de su paso por la toma de muestra, estas son enviadas al laboratorio donde se realiza una Biometría Hemática, los parámetros permitidos se muestran a continuación en la tabla.

| Altitud SNM | Hombres | | Mujeres | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Hemoglobina | Hematocrito | Hemoglobina | Hematocrito |
| 0 a 1500 m | 135 g/L | 0.41 | 125g/L | 0.38 |
| 1500 m o más | 145 g/L | 0.44 | 140 g/L | 0.42 |

Tabla 9. Parametros de Biometría Hemática.

Pruebas obligatorias para la detección de infecciones en candidatos a donar sangre.

| Prueba | Infección por detectar |
|-------------------------------|--------------------------|
| Aglutinación de partículas | Sífilis |
| Identificación del antígeno | Hepatitis B |
| Identificación del anticuerpo | Hepatitis C |
| Identificación del anticuerpo | Inmunodeficiencia humana |

Tabla 10. Pruebas obligatorias en candiatos a donadores.

Obtención de la Autorización del candidato a Donador.

El donar sangre implica la disposición voluntaria y de buen grado para hacerlo; la explicación del procedimiento y de los requisitos médicos son un compromiso ético del banco de sangre. El candidato a donar sangre debe recibir una explicación por parte del Banco de sangre, acerca del procedimiento para la selección médica, el tipo de análisis al que será sometido y los riesgos que tiene específicamente la extracción de sangre. Una vez obtenida la información se puede seguir el proceso.

4.3.1.2.- Mapeo del Proceso de Donación

Se presenta el diagrama de flujo del Proceso en el Área de Donación, se muestran las actividades realizadas en cada departamento y el flujo que tiene la materia prima en este caso el donador dentro del Banco de Sangre.

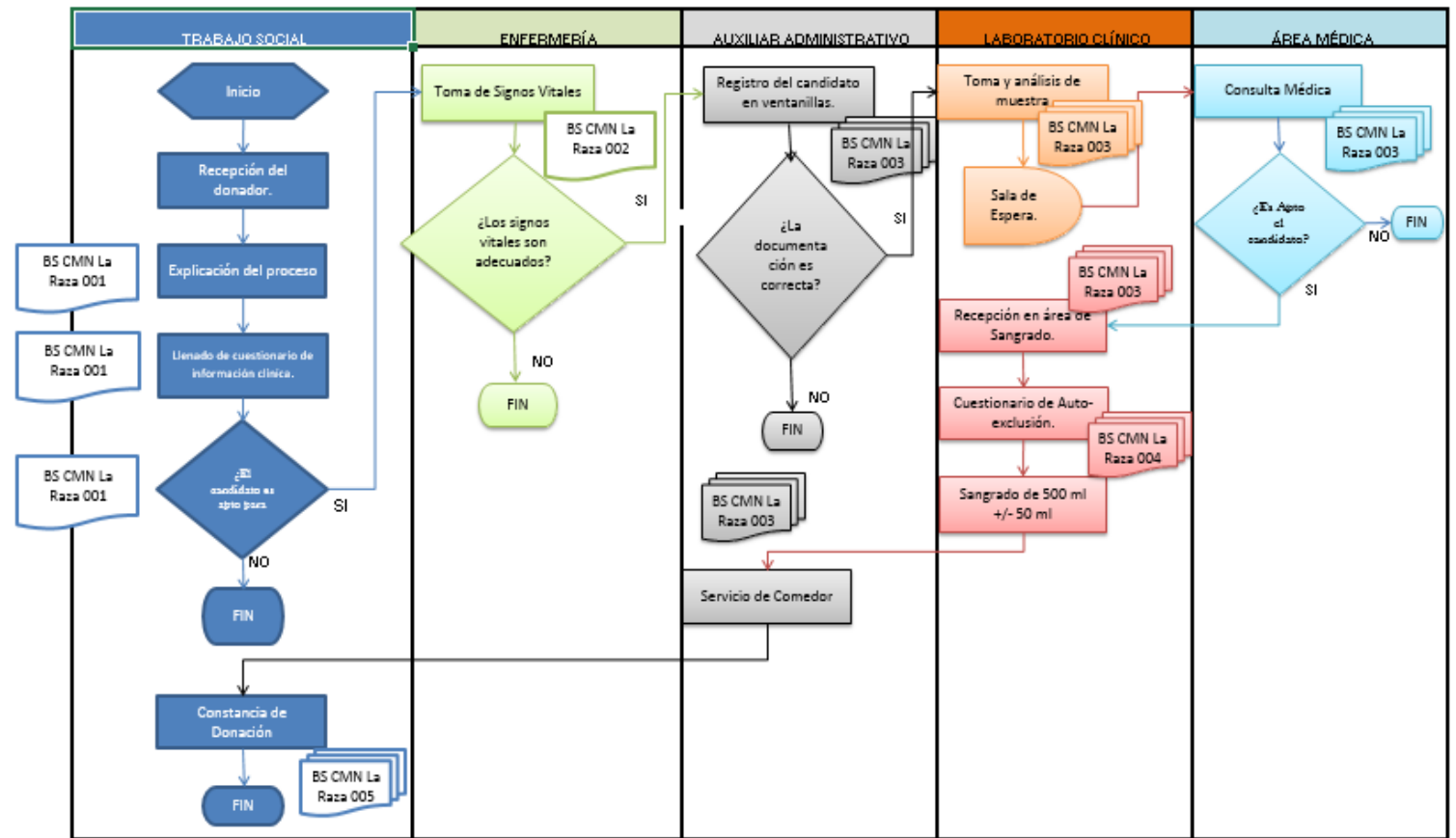


Figura 9. Mapeo del proceso de donación.

4.3.1.3.- Procedimiento de Donación.

| Proceso | Descripción de Actividades | Área Responsable |
|---|---|--------------------------------------|
| 1.0 Recepción del donador. | <p>1.1 Se le da ingreso al donador al Banco de Sangre.</p> <p>1.2 Se revisa que cuente con los documentos necesarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación oficial. | Trabajo Social |
| 2.0 Explicación del proceso. | <p>2.1 Un elemento de trabajo social da una explicación breve del proceso de donación y de los posibles riesgos y contraindicaciones.</p> <p>2.2 Se le entrega un formato de autorización junto con un cuestionario clínico al candidato.</p> | Trabajo Social |
| 3.0 Llenado de cuestionario | <p>3.1 El candidato llena el cuestionario, datos personales, datos del receptor, Hospital al cual será dirigida la donación, y una historia clínica breve.</p> <p>3.2 El candidato entrega el cuestionario y en trabajo social revisan el cuestionario.</p> <p>3.3 ¿Es apto para donar?</p> <p>SI. El candidato es enviado a Signos Vitales NO. Se le explica la razón por la cual no es posible la donación. Fin del Proceso</p> | <p>Donador</p> <p>Trabajo Social</p> |
| 4.0 Signos Vitales | <p>4.1 Recibe al candidato con su formato de donación, procede a tomar los signos del candidato; temperatura, talla, peso, FC y FR.</p> <p>4.2 ¿Los Signos Vitales son Adecuados?</p> <p>SI. El candidato es enviado a Ventanillas</p> <p>NO. Se le explica el motivo por el cual no es posible que continúe el proceso. Fin del Proceso.</p> | Enfermería |
| 5.0 Registro del candidato en ventanillas | <p>5.1 El candidato es registrado en el sistema electrónico del Banco de Sangre (HexaBanc), se le solicitan identificación oficial, datos personales, datos del paciente y hospital al que será dirigida la donación. Se le entrega al candidato una serie de tickets que serán utilizados en lo que resta del proceso. (Identificación, toma de muestra (2), Flebotomía y comedor.)</p> <p>5.2 ¿La documentación requerida es correcta?</p> <p>SI. El candidato es enviado a Toma de Muestra</p> <p>No. Fin del Proceso.</p> | Auxiliar Administrativo |

| Proceso | Descripción de Actividades | Área Responsable |
|-----------------------------------|---|---|
| 6.0 Toma y Análisis de Muestra | <p>6.1 Toma una muestra de Sangre del candidato y la envía al Laboratorio del Banco de Sangre.</p> <p>6.2 El candidato es enviado a la Sala de Espera, mientras se examina la muestra de Sangre</p> <p>6.2 Recibe la muestra del candidato y procede a realizar los análisis clínicos correspondientes para determinar los parámetros de sangre que son analizados por el médico.</p> | <p>Técnico Laboratorista.</p> <p>Laboratorio clínico</p> |
| 7.0 Consulta Médica | <p>7.1 Una vez que recibe vía electrónica los resultados del análisis de la muestra llama al candidato.</p> <p>7.2 Determina si los resultados del análisis de la muestra están dentro de los parámetros permitidos para el Banco de Sangre.</p> <p>7.3 Realiza una historia clínica del candidato y también realiza una exploración física.</p> <p>7.4 ¿Es Apto el candidato?</p> <p>SI. Se envía al candidato al Área de Sangrado</p> <p>NO. Se rechaza al candidato y le explica la razón por la cual no es posible la donación. Fin del Proceso</p> | Área Médica |
| 8.0 Recepción en Área de Sangrado | <p>8.1 Revisa los documentos del candidato y le entrega un cuestionario de auto-exclusión. Acondiciona las bolsas de recolección y los tubos vacutainer con la información del donador.</p> <p>8.2 El candidato llena el cuestionario de auto exclusión y lo entrega al Laboratorista.</p> <p>8.3 Le hace entrega de las Bolsas de recolección y de 2 tubos vacutainer y lo dirige al área de Sangrado.</p> | <p>Técnico Laboratorista.</p> <p>Donador.</p> <p>Técnico Laboratorista.</p> |
| 9.0 Sangrado | <p>9.1 Recibe al candidato y le practica una flebotomía de 500 ml +/- 50 ml. Una vez terminado el proceso envía la recolección al Área de Fraccionamiento.</p> <p>9.2 Se observa al donador que no tenga reacciones adversas y posteriormente se le envía al comedor.</p> | Técnico Laboratorista. |
| 10.0 Servicio de Comedor | <p>10.1 El donador entrega el vale que se le entrego en ventanillas, para poder disfrutar de su refrigerio.</p> <p>10.2 Una vez concluido el refrigerio el donador se dirige a Trabajo Social.</p> | Auxiliar Administrativo |

| | | |
|------------------------------|--|----------------|
| 11.0 Constancia de donación | 11.1 Personal de Trabajo Social revisa junto con el donador los datos de la donación en caso de que sea una donación dirigida. Si es donación altruista este paso no es necesario. | Trabajo Social |
| TERMINA PROCEDIMIENTO | | |

(Generación propia del procedimiento de donación dentro del Banco de Sangre)

Registros. (Documentos del proceso)

| Registro | Tiempo de Conservación | Responsable de conservarlo | Código de Registro |
|---|------------------------|----------------------------|--------------------|
| Cuestionario clínico | No aplica | Banco de Sangre | BS CMN La Raza 001 |
| Signos Vitales | No aplica | Banco de Sangre | BS CMN La Raza 002 |
| Identificación, toma de muestra, flebotomía, comedor | No aplica | Banco de Sangre | BS CMN La Raza 003 |
| Auto exclusión | No aplica | Banco de Sangre | BS CMN La Raza 004 |
| Comprobante de Donación | No aplica | Banco de Sangre | BS CMN La Raza 005 |

Tabla 11. Documentos del procedimiento.

A continuación se presentan el diagrama de flujo de la operación correspondiente al proceso de donación.

Simbología

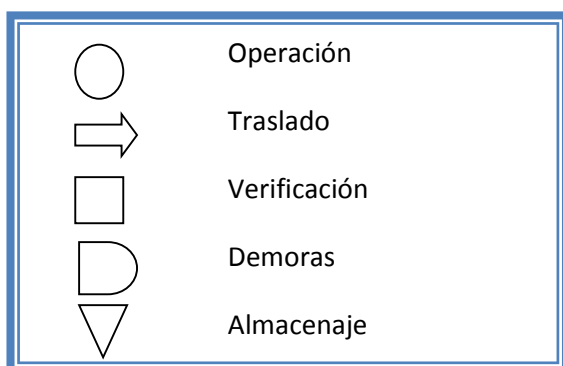


Figura 10.- Simbología de los diagramas de flujo.

4.3.1.4.-Diagrama de proceso de la operación.

DEPARTAMENTO: PLANTA BAJA BANCO DE SANGRE FECHA: 17/10/08

ANALISTA: JUAN CARLOS TREJO MIGUEL, JORGE ALBERTO CONTRERAS DE LA CRUZ

DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA OPERACIÓN

MÉTODO PRESENTE: 184.51 [min] MÉTODO PROPUESTO:

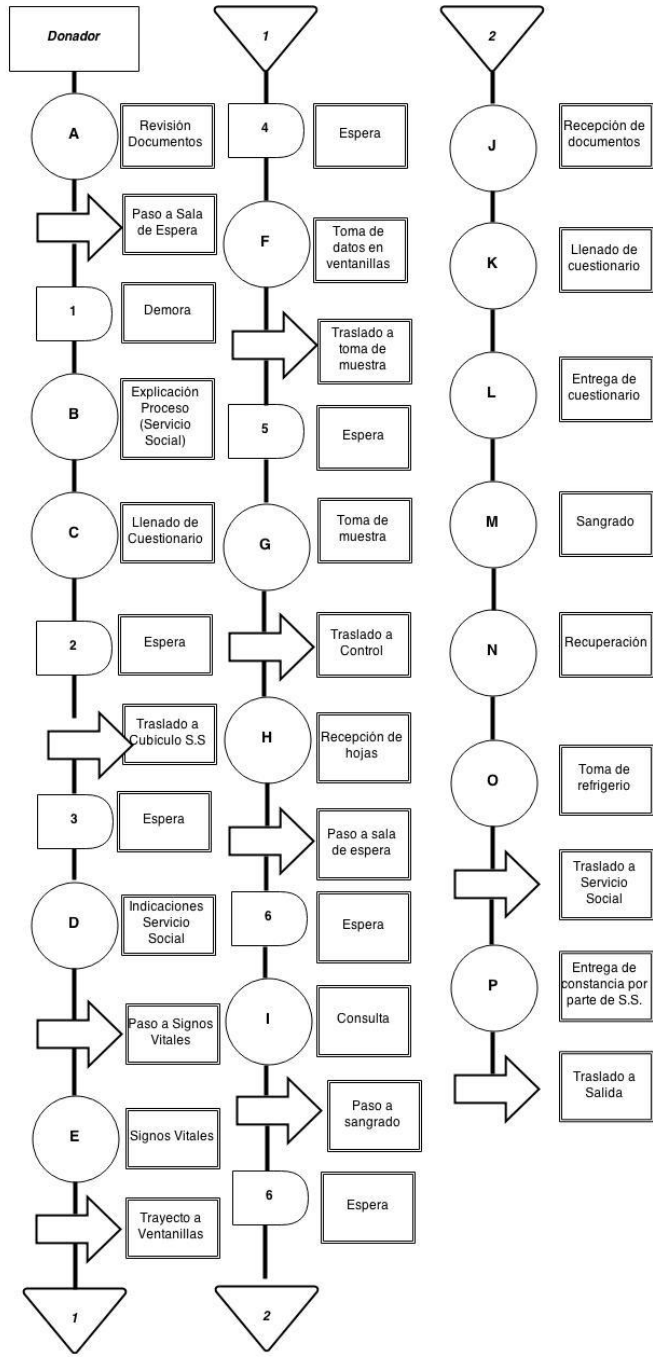


Figura 11. Diagrama del proceso de un donador

La utilización del diagrama de curso del proceso (Fig. 11) se utilizó como instrumento de análisis para poder identificar los cuellos de botella ocultos durante el proceso de donación. Muestra claramente los transportes, demoras y almacenamientos. Por lo que es conveniente para identificar y reducir la cantidad y duración de estos elementos.

En la elaboración de este análisis se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- 30 muestras en el transcurso de una semana laboral (Lunes – Sábado), teniendo un promedio de 5 muestras por día.
- Toma de tiempos y movimientos de forma particular por donante.

Tiempos del diagrama de proceso de la operación.

Muestra tomada el día 17 de Octubre de 2008

Nombre del donador: Venancio Torres Correa

Hora de inicio: 7:00 A.M.

- Revisión de documentos: 5 segundos
- Paso a sala de espera: 15 segundos
- Demora: 12 minutos 30 segundos
- Explicación del proceso (Servicio Social): 8 minutos 29 segundos
- Llenado de cuestionario: 7 minutos 41 segundos
- Espera: 19 minutos 01 segundos
- Traslado a cubículo de Seguro Social: 10 segundos
- Espera: 3 minutos 7 segundos
- Indicaciones de Servicio Social: 11 segundos
- Traslado a signos vitales: 15 segundos
- Demora en fila: 12 minutos 4 segundos
- Signos vitales: 1 minuto 46 segundos
- Trayecto a ventanillas: 28 segundos
- Espera: 20 minutos 53 segundos
- Toma datos en ventanillas: 3 minutos 30 segundos
- Traslado a toma de muestra: 40 segundos
- Espera: 7 minutos 47 segundos
- Toma de muestra: 1 minuto 28 segundos
- Traslado a control y demora: 32 segundos
- Recepción de hojas: 10 segundos
- Traslado a sala de espera: 4 segundos
- Espera: 42 minutos 17 segundos

- Consulta: 7 minutos
- Traslado a sangrado: 7 segundos
- Espera: 6 minutos 18 segundos
- Recepción de documentos: 43 segundos
- Llenado de cuestionario: 1 minuto 20 segundos
- Entrega de cuestionario: 1 minuto 13 segundos
- Espera en Sangrado: 7 minutos 32 segundos
- Preparación: 1 minuto 07 segundos
- Sangrado: 8 minutos
- Recuperación: 3 minutos 24 segundos
- Trayecto a Refrigerio: 32 segundos
- Refrigerio: 14 minutos 12 segundos
- Traslado a Servicio Social: 12 segundos

Hora de finalización: 10: 05 AM

Tiempo total del procedimiento (donador):

184 minutos 51 segundos

Elaborando un análisis del proceso de donación, mediante el mapeo del proceso y considerando la importancia de cada uno de los procesos, hemos determinado nuestras áreas de oportunidad en los siguientes departamentos:

- ✓ Área de Consultorios, se hará una propuesta para reducir el tiempo de espera en esta área, ya que en esta parte del proceso de donación donde se ubicó el principal cuello de botella, que de reducirlo se lograría tener un proceso más eficiente y ágil en beneficio de los donadores y en beneficio del propio Banco, ya que además de reducir el tiempo total del proceso, esto permitiría captar una mayor cantidad de donadores.
- ✓ Propuesta de Distribución de Planta. Debido a la importancia de todas las áreas del proceso de donación, hemos considerado una nueva distribución del Banco de Sangre CMN la raza, debido a las conglomeraciones frecuentes derivadas del proceso y la cantidad de cruces que se dan entre los diferentes departamentos, lo cual en horas pico, provoca un verdadero caos dentro del Banco de Sangre, por lo que con esta propuesta se mejoraría el aspecto de Distribución y se evitarían las conglomeraciones.

La conjunción de las propuestas anteriores brindará al Banco de Sangre un mejor aspecto en el Proceso de Donación, factor que puede influir en los donadores para regresar a donar en el futuro.

4.3.2.- Proceso de Fraccionamiento

Propósito:

Cumplimiento del fraccionamiento de la sangre total disminuyendo el desperdicio y aumentado la eficiencia en el almacenamiento.

Una vez que se obtiene la Sangre Total del donador, se deja reposar el vital líquido, para que de paso al siguiente nivel dentro del Banco de Sangre CMN La Raza, el fraccionamiento, proceso mediante el cual se obtiene los diferentes compuestos que se logran obtener de la sangre, es decir mediante este proceso se le “agrega valor” a nuestro producto, ya que una vez fraccionada la sangre se puede utilizar para fines médicos.

Es importante mencionar el tipo de bolsa recolectora que utiliza el Banco de Sangre ya que esto determina la capacidad y velocidad con al que el Banco puede fraccionar la Sangre, cabe destacar que también implica el anticoagulante que se utilice ya que este influye en el tiempo de conservación de la sangre.

A continuación se explica brevemente los tipos de bolsas que se utilizan en los Bancos de Sangre.

4.3.2.1.- Sistemas de Recolección de Sangre.

El desarrollo de los sistemas cerrados de bolsas plásticas para la recolección de sangre permitió que la sangre fuera fraccionada en sus diferentes componentes. Los sistemas cerrados de bolsas plásticas están diseñados para permitir el empleo de técnicas estériles en el manejo y fraccionamiento de la sangre. Estos sistemas vienen en diferentes presentaciones y su uso depende de las necesidades de componentes sanguíneos que tenga el banco de Sangre. Existen diferentes tipos de bolsas plásticas entre las que se cuentan las bolsas sencillas, las bolsas múltiples y las bolsas destinadas para los procesos de aféresis.

Las bolsas sencillas se utilizan para la obtención, almacenamiento y transfusión de sangre total. Por su parte las bolsas múltiples (dobles, triples y cuádruples), permiten el fraccionamiento de la sangre total en diferentes hemoderivados.

Paralelo al desarrollo de los sistemas de bolsas plásticas, el desarrollo de soluciones anticoagulantes y de preservación de la sangre han permitido que los diferentes componentes puedan ser almacenados por tiempos cada vez más prolongados. Al respecto se han usado soluciones anticoagulantes para la preservación de la sangre entre las que cuentan:

- Heparina
- Solución ácido-citrato-dextrosa (ACD)
- Solución citrato-fosfato-dextrosa (CPD)
- Solución citrato-fosfato-dextrosa-adenina (CPDA-1) y (CPDA-2).

Dado que la heparina tiene solo efecto anticoagulante en la sangre, la expiración de la misma es de 48 horas después de extraída. Esta situación la hace poco atractiva para ser usada de rutina en los bancos de sangre. La solución anticoagulante ACD permite la conservación de la sangre por 21 días. La solución anticoagulante CPD tiene grandes ventajas sobre ACD, debido a que estabiliza el pH de la sangre en valores cercanos a 7.1 durante el periodo de almacenamiento, lo que permite que los componentes celulares continúen su metabolismo, se acepta que la sangre anti coagulada con CPD se conserva hasta 28 días.

La solución anticoagulante CPDA-1 contiene más glucosa que el CPD, además de la adenina que es utilizada por los glóbulos rojos para sus reservas de nucleótidos, prolongando por más tiempo la estabilidad de la membrana celular. La sangre conservada con CPDA-1 tiene una viabilidad de 35 días. El CPDA-2 es una formula mejorada del CPDA-1, la cual tiene mayor concentración de dextrosa y adenina. Con este anticoagulante, se ha observado que la sangre completa puede conservarse por 49 días.⁷

⁷ (Dueñas, 2003)

4.3.2.2.- Diagrama de flujo del proceso de Fraccionamiento.

Una vez que se ha obtenido la sangre total a través del proceso de donación, el siguiente proceso es el fraccionamiento de la sangre, proceso mediante el cual se obtiene los diversos componentes de la sangre, en el siguiente diagrama Fig. (12.), se muestra el diagrama de proceso de Fraccionamiento, que se lleva a cabo en el Banco de Sangre de la Raza.

Lugar: Área de Fraccionamiento

Se obtiene los derivados de la sangre.

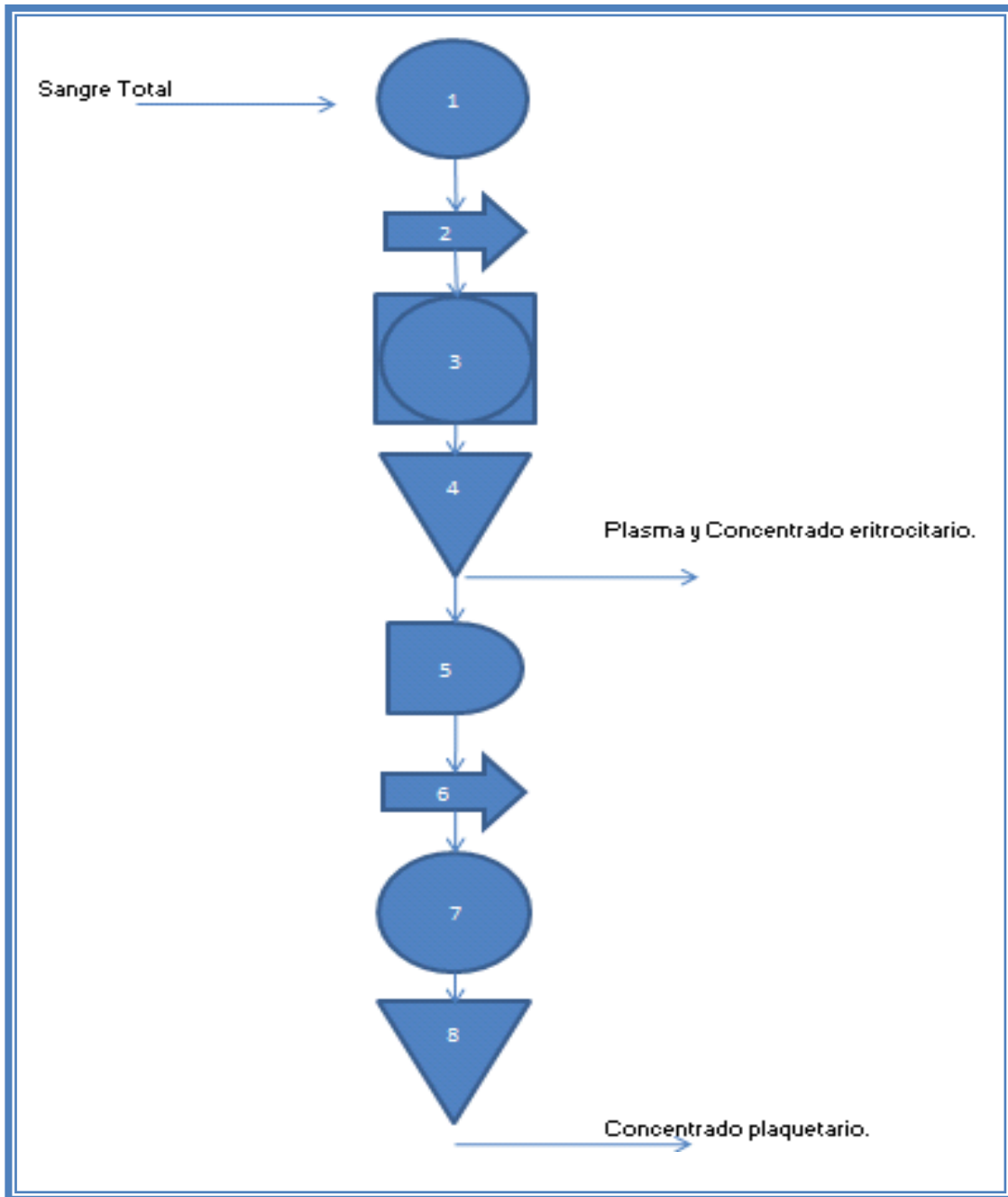


Figura 12. Diagrama de proceso de Fraccionamiento de la Sangre.

Operaciones que se realizan en el área de Fraccionamiento del Banco de Sangre de la raza, para obtener los componentes de la sangre a partir de la Sangre total. Fig. (12).

| |
|---|
| 1.- Fraccionamiento de la Sangre Total. La sangre total es introducida en una centrifuga. |
| 2.- Se transporta la sangre total al equipo de fraccionamiento automatizado. |
| 3.- Se acondiciona la sangre total en un equipo automatizado. Se inspecciona el fraccionamiento del plasma, concentrado eritrocitario y concentrado leucoplaquetario. |
| 4.- Se almacena el plasma y el concentrado eritrocitario |
| 5.- El concentrado leucoplaquetario se deja reposar |
| 6.- El concentrado leucoplaquetario es llevado a una centrifuga donde será fraccionado. |
| 7.- Se centrifuga el concentrado leucoplaquetario. |
| 8.- Se almacenan el concentrado plaquetario. |

Tabla 12. Fraccionamiento del Banco de Sangre.

4.3.3.- Proceso de distribución de componentes sanguíneos.

El último eslabón dentro de los procesos del Banco de Sangre está el de la distribución y que se de acuerdo a las requerimientos y a la disposición de los elementos en el almacén Fig. (17).

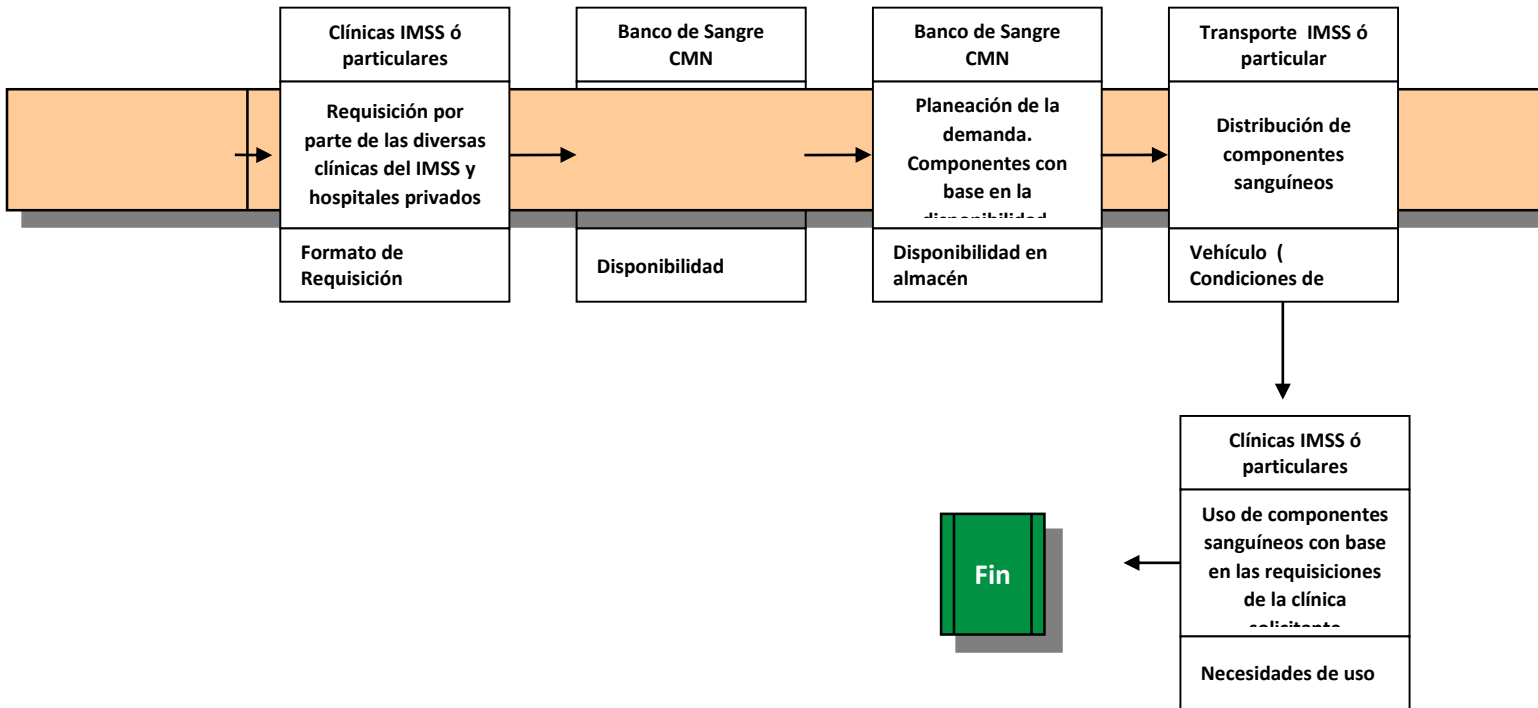


Figura 13. Proceso de distribución de los componentes sanguíneos

5.- Aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial en el proceso de donación.

5.1.- Aplicación de teoría de colas en el área de consultorios del banco de sangre CMN La Raza.

La *teoría de colas* es el estudio de la espera en las distintas modalidades. Usa los *modelos de colas* para representar los tipos de *sistemas de líneas de espera* (sistemas que involucran colas de algún tipo) que surgen en la práctica.⁸

Por lo tanto, estos modelos de líneas de espera son muy útiles para determinar cómo opera un sistema de colas de la manera más efectiva. Proporcionar demasiada capacidad de servicio para operar el sistema implica costos excesivos; pero no contar con suficiente capacidad de servicio la espera es excesiva con todas sus desafortunadas consecuencias. Los modelos permiten encontrar un balance adecuado entre el costo de servicio y la cantidad de espera.

En el Banco de Sangre del CMN “La Raza” realizaremos un estudio en los consultorios del Proceso de Donación en donde aplicaremos teoría de colas para determinar si existe posibilidad de mejorar esta área determinante del proceso de Donación.

Los protagonistas principales en una situación de espera son el cliente (donadores) y el servidor (médico de cada consultorio)

5.1.1.- Proceso básico de colas

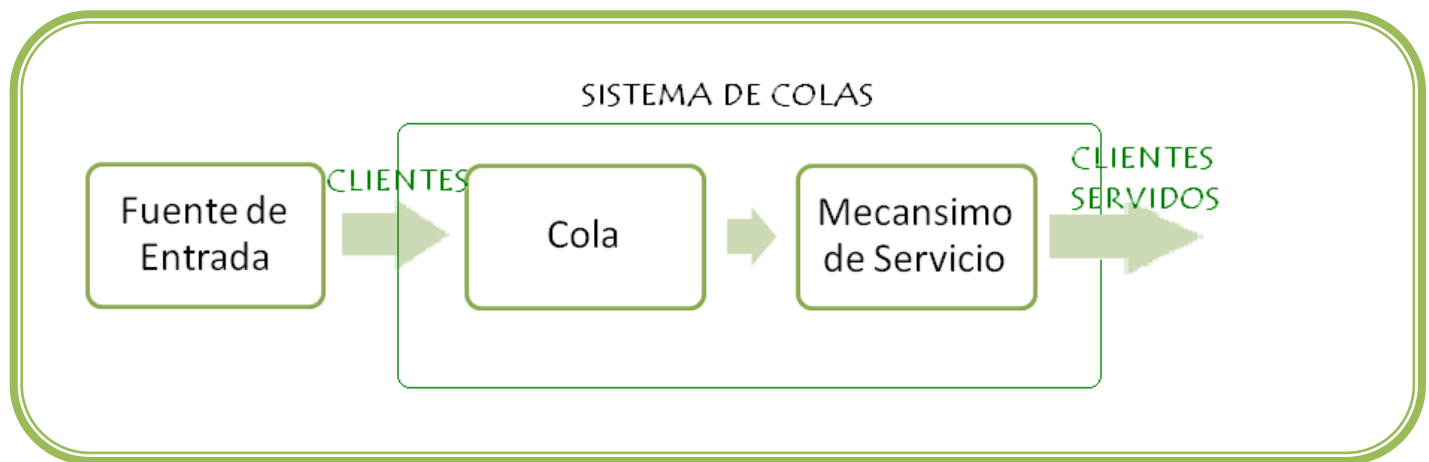


Figura 14. Proceso Básico de Teoría de Colas.

⁸ (Hillier, 2003)

El proceso básico Fig. (14) supuesto por la mayor parte de los modelos de colas es el siguiente. Los *clientes* que requieren un servicio se generan en el tiempo en una *fuentes de entrada*. Estos clientes entran al *sistema* y se unen a una *cola*. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola, para proporcionarle el servicio, mediante una regla conocida como *disciplina de servicio*. Luego, se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente en un *mecanismo de servicio*, y después el cliente sale del sistema de colas.

5.1.2.- Proceso de colas en los consultorios del banco.

En el caso del Banco de Sangre Fig. (15), los donadores que requieren el servicio de consulta médica para continuar el proceso de donación llegan al sistema después de haber pasado por la toma de muestra por lo que esta se puede considerar la fuente de entrada al sistema, de aquí el donador se une a la cola para poder ser atendido. Los médicos de cada consultorio activo son los servidores, que prestarán el servicio a los donadores, la disciplina de servicio está condicionada a que se emita el resultado de la toma de muestra que es considerada por el médico para tener una mejor evaluación, por último el donador es evaluado por un médico y así puede continuar el proceso de donación.

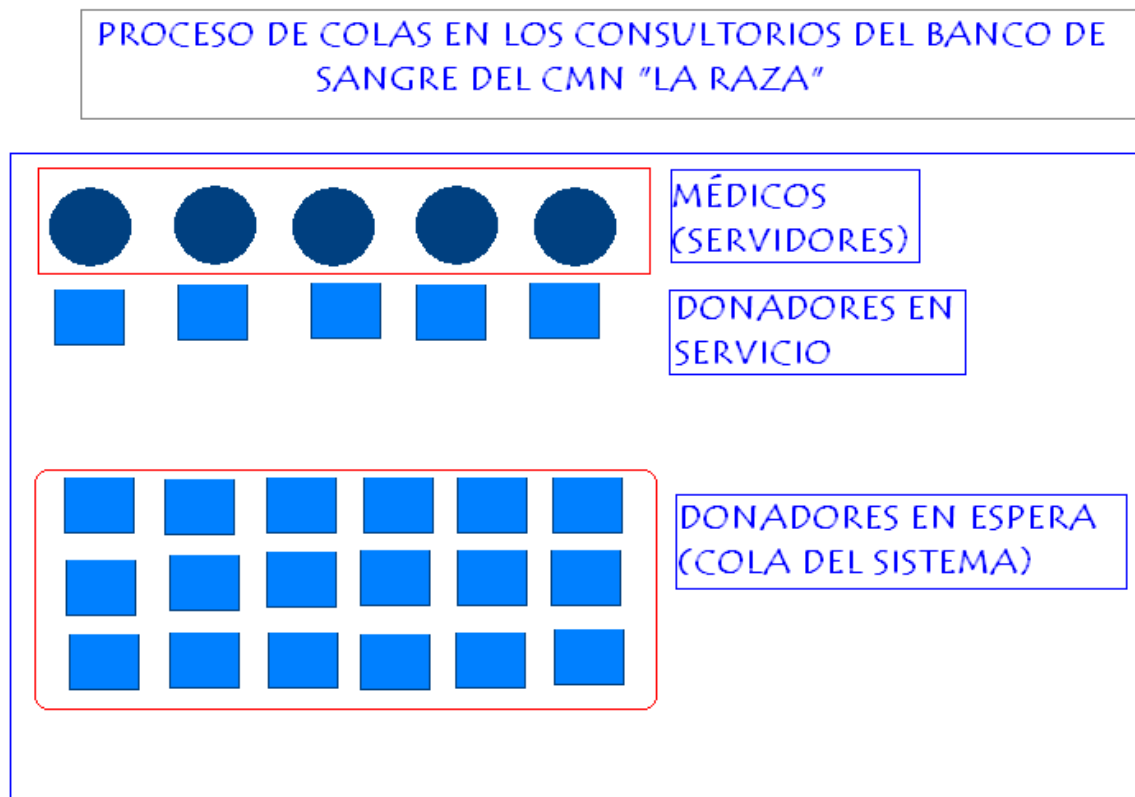


Figura 15. Proceso de colas en los consultorios del Banco de Sangre de la raza.

Para el análisis de los consultorios necesitamos conocer diversos tiempos que nos permitan modelar el área de consultorios del Banco de Sangre como una línea de espera. Los parámetros a determinar son:

- ✓ tiempo de servicio
- ✓ tiempo de llegadas
- ✓ numero de servidores
- ✓ distribución de llegada de los clientes
- ✓ longitud de la cola

La importancia de que se establezca un modelo de la teoría de colas en el área de consultorios es porque representa un cuello de botella en el proceso de donación, además de toda lo que implica en recursos para el Banco de Sangre.

Se realizó un levantamiento de datos en el Banco de Sangre de los tiempos de Servicio en el Área de Consultorios, arrojando los siguientes datos:

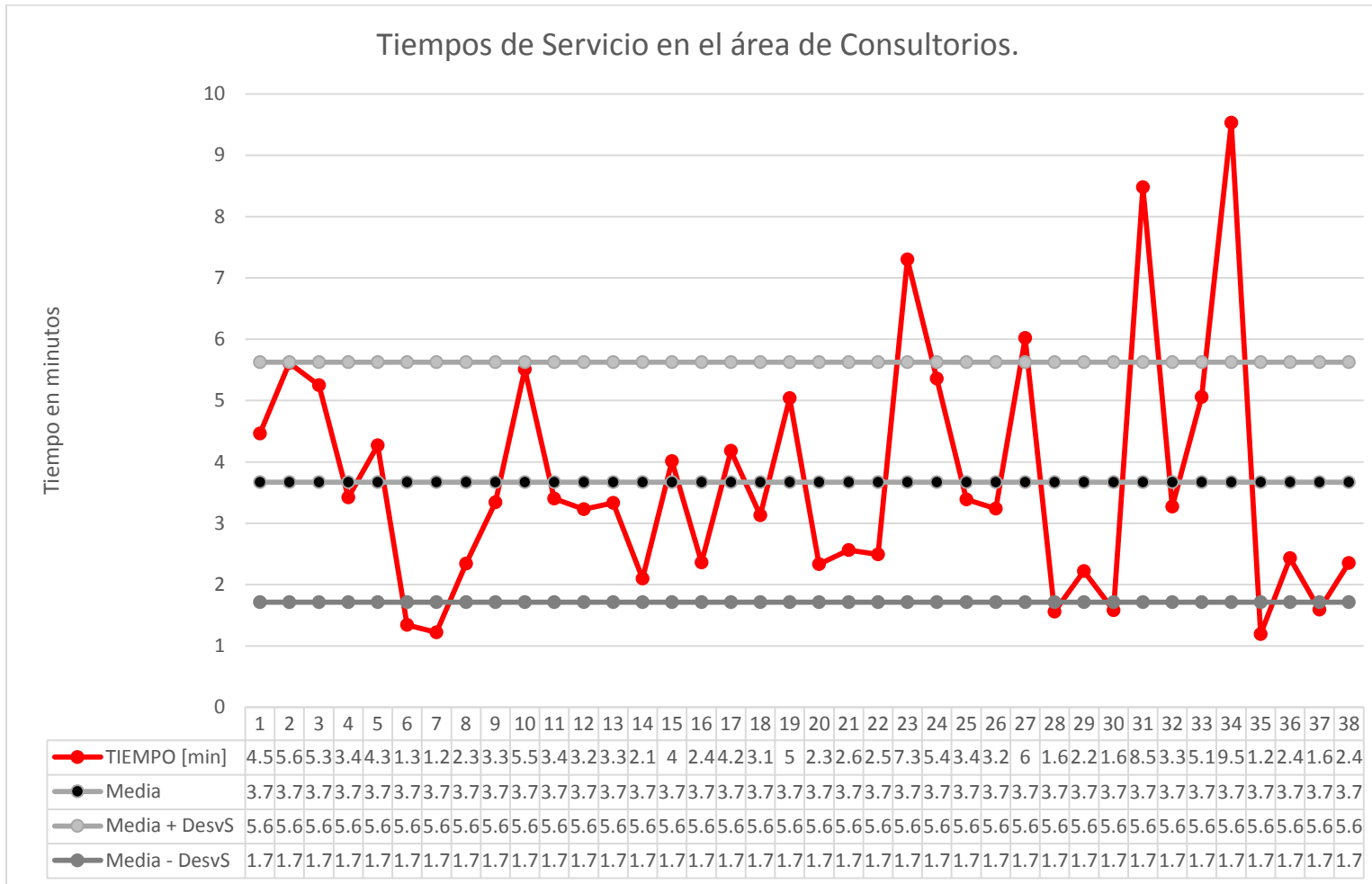


Figura 16. Levantamiento de datos en le area de consultorios.

Se representa una muestra de 38 elementos, expresado el tiempo en minutos, esto nos arroja los siguientes resultados; tiempo promedio 3.67 min.

Por políticas del Banco (piensan que este tipo de “consulta”, no debería de ser tan corto), consideraremos una media de 5.5 minutos para que un servidor (médico), del servicio (atienda) al cliente (donador).

Por lo que la tasa de servicio para el área en estudio es de 11 donadores por hora por servidor.

En el caso de los Servidores se observaron irregularidades en cuanto al horario de atención a los Clientes, debido a que no se cumple con los Horarios establecidos para el comienzo y fin de sus actividades, en este sentido solo nos reservamos a Evaluar el proceso y dar una propuesta de trabajo para el área de Consultorios

Las irregularidades presentadas en el Área de Consultorios afecta en definitiva el Estado inicial del Proceso de Teoría de Colas debido a que regularmente cuando se comienza a dar el Servicio en los Consultorios ya hay un número

considerable de Clientes esperando el Servicio y este retraso en definitiva perjudica el Proceso de Donación ya que retrasa en demasía a los Donadores que son la Materia Prima del Banco de Sangre.

Y aunque este retraso inicial puede ser en cierta parte justificado por que los médicos deben de esperar la muestra del Laboratorio (Biometría Hemática), los tiempos que tenemos registrados para el proceso anterior de Toma de muestra y luego el estudio de la muestra que por cierto es un estudio automático, que arroja resultados inmediatos son tiempos que no llevan más de ½ hora en arrojar los primeros resultados (por lo general de 15-20 muestras simultaneas) para que los médicos comiencen su jornada.

Tomando en cuenta lo anterior se propone el siguiente esquema de Trabajo para el Área en cuestión:

Considerando que el Banco recibe a los primeros donadores a las 7:00 AM los primeros resultados deben de estar a las 8:00 AM por lo que la hora de entrada para los primeros médicos la consideraremos a las 8:00 AM. Partiendo de este supuesto hay nuevamente un retraso en el proceso pero es justificado por la capacidad de la máquina que permite analizar un mayor número de pruebas que la capacidad instalada de consultorios.

También se considerara que hay cuatro médicos al iniciar la jornada y que los cuatro comienzan sus labores a la misma hora 8:00 AM. Por lo que el estado inicial del sistema es de 20 clientes y solo 4 servidores, que a la media hora se incrementará a 50 clientes, que es la primera “tanda” de donadores que ingresaron al Banco. Por lo tanto para la 1er. hora se tiene que hay:

50 donadores y 4 médicos

Por lo que el porcentaje de ocupación de los doctores es de (en temporadas de alta concentración)*

$$100\% \frac{\lambda}{c\mu} = 100 \times 50 / 4 \times 11 = 113.63\%$$

Basándonos en este porcentaje podemos considerar que a las 9:00 AM se requiere la entrada de por lo menos 2 doctores más para que se logre tener tiempos más cortos de espera por parte de los donadores, ya que a las 8 AM estarán entrando al sistema más posibles donadores e incrementaran la tasa de llegada.

Por lo que el esquema de los Horarios de los Doctores para reducir los tiempos de espera en el Área de Consultorios en el Banco de Sangre es:

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| Tasa de Llegadas | $\lambda = 50$ donadores por hora |
| Tasa de Servicio | $\mu = 11$ donadores por hora |
| # de Servidores | $S = 4$ de 8:00 – 9:00 |
| | $S = 6$ de 9:00 – 12:00 |

Para el estado inicial el Número de clientes en el sistema n , excede a c , la tasa combinada de salidas de la instalación es⁹ $c\mu^2$

⁹ (Taha, 2004)

Factor de Utilización para cuando S = 4

$$\lambda / s\mu = 50 / 4 \times 11 = 1.136$$

Que como se puede observar el factor de utilización ρ es mayor que 1

$$\lambda / s\mu = \rho$$

Cuando un sistema de colas apenas inicia su operación, el estado del sistema (el número de clientes en el sistema) se encuentra bastante afectado por el estado inicial y el tiempo que ha pasado desde el inicio. Se dice entonces que el estado se encuentra en **condición transitoria**. Después de que ha pasado un tiempo suficiente, el estado del sistema se vuelve en esencia independiente del estado inicial y del tiempo transcurrido (excepto en circunstancias no usuales)*. Así se puede decir que el sistema ha alcanzado su **condición de estado estable**, en la que la distribución de probabilidad del estado del sistema se conserva (la distribución estacionaria o de estado estable) a través del tiempo.¹⁰

Para cuando el Sistema llegue al Estado estable Aproximadamente a las 9:30 AM la tasa de llegadas se mantiene hasta las 12 PM en este lapso se da el Estado Estable con los siguientes parámetros:

Tasa de Llegadas $\lambda = 50$ donadores por hora

Tasa de Servicio $\mu = 11$ donadores por hora

De Servidores $S = 6$

Por lo que el Factor de utilización es de:

$$\lambda / s\mu = 50 / 6 \times 11 = 0.7575$$

Con lo que se estarían reduciendo los tiempos de espera en el Área de Consultorios del Banco de Sangre.

En consecuencia si $\lambda < s\mu$, entonces

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \frac{1}{1-(\lambda/s\mu)} \right]}$$

¹⁰ (Hillier, 2003)

Con los datos obtenidos:

Tasa de llegadas $\lambda = 50$ donadores por hora

Tasa de Servicio $\mu = 11$ donadores por hora

De Servidores $S = 6$

Se tiene que

$$P_0 = 8.169 \times 10^{-3}$$

*Cuando λ y μ están definidos, estas circunstancias poco usuales se refieren a que $\rho \geq 1$, en cuyo caso el estado del sistema tiende a crecer continuamente conforme pasa el tiempo.

$$Lq = \frac{P_0(\lambda/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$$

$$Lq = 1.36 \text{ donadores}$$

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

$$Wq = 0.0272 \approx 2 \text{ [min]}$$

$$W = Wq + \frac{1}{\mu}$$

$$W = 0.1181 \approx 7 \text{ [min]}$$

$$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L = 5.905 \text{ donadores.}$$

Como se puede observar en los resultados, el Área de Consultorios es un área de oportunidad de mejora en el Banco Central de Sangre de la Raza, por la situación primordial y estratégica que tiene esta área, ya que es el último eslabón antes de que se logre captar la sangre del donador. Para reducir el tiempo que el donador está en la sala de espera de los consultorios, no es necesario aumentar la infraestructura con la que cuenta el Banco, simplemente distribuir de forma correcta los recursos en este caso los médicos y el proceso obtendrá mejoras significativas en lo que se refiere a:

- Agilización del proceso en el cuello de botella más significativo.
- Disminuir el tiempo total de proceso.
- Disminución del tiempo de espera de los candidatos.
- Evitar aglomeraciones en la sala de espera.

5.2.- Distribución de Planta.

El objetivo primordial que persigue la distribución de planta dentro del Banco de Sangre CMN “ LA RAZA” es establecer una adecuada colocación de los departamentos de trabajo, siendo así un proceso más eficiente, seguro y satisfactorio para los donadores.

Con base en lo anterior se tienen los siguientes objetivos:

- ✓ Máxima cercanía entre departamentos interrelacionados
- ✓ Minimización de las distancias que recorren los posibles donadores
- ✓ Minimización de tiempo en el proceso de donación, por parte de los posibles donadores
- ✓ Disminución de la congestión entre los donadores

Para establecer una adecuada colocación de los departamentos de trabajo dentro del “BANCO DE SANGRE”, es necesario clasificar el tipo de proceso productivo que en él se realiza.

La primera característica para clasificar los procesos productivos es el flujo del producto o secuencia de las operaciones. Existen tres tipos de flujos:

1. En línea,
2. Intermitentes y
3. Por proyecto.

Flujo en línea. Se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones necesarias para producir un producto o servicio.

El producto debe estar bien estandarizado y fluir de una operación o estación de trabajo a la siguiente de acuerdo a una secuencia ya establecida.

En las industrias que se dedican a la producción exclusiva de servicios, no existe flujo físico del producto, pero hay una secuencia de operaciones que se realizan para proporcionar el servicio. Esta secuencia de operaciones de servicios se considera como el “*flujo del producto*” en las industrias de servicios.

Flujo Intermitente (Taller de Trabajo). Se caracterizan por la producción por lotes a intervalos intermitentes. El equipo y la mano de obra se organizan en centros de trabajo por tipos similares de habilidades o equipo.

Una característica básica de los procesos intermitentes es que se agrupan los equipos similares y las habilidades de trabajadores parecidas. Esto también se conoce como una forma de distribución de planta por proceso.

Las operaciones intermitentes pueden justificarse cuando el producto carece de estandarización o el volumen de producción es bajo. En este caso, la operación intermitente es la más económica e involucra menor riesgo.

Flujo por proyecto. La forma de operar por proyecto se usa para producir un producto único, tal como una obra de arte, un concierto, un edificio o una película. Cada unidad de estos productos se elabora como un solo artículo. Todas las tareas u operaciones individuales deben realizarse en una secuencia tal que cada una contribuya a los objetos finales del proyecto.

Con base en lo anterior, y analizando el proceso de donación que se lleva a cabo dentro del “BANCO DE SANGRE”, podemos hacer una analogía, llegando a la conclusión de que por las actividades que se realizan dentro del banco de sangre, se trata de un *proceso* intermitente, ya que el volumen del flujo de *posibles donadores* dentro del *banco de sangre* es muy alto. Por lo tanto el flujo entre departamentos es muy pesado.

Debido a estas condiciones, el *posible donador* fluye a través de cada departamento, y tomando en cuenta *sus características*, se toma la decisión de si es apto para donar o no.

5.2.1.- Distribución de Planta dentro del “Banco de Sangre CMN La Raza”

La decisión sobre la distribución de planta determina la localización relativa de los diferentes departamentos con el fin de alcanzar un *criterio de decisión* establecido dentro de ciertas restricciones de la distribución del Banco de Sangre.

Criterios de Decisión

1. Minimización de las distancias que recorren los posibles donadores
2. Minimización de tiempo en el proceso de donación, por parte de los posibles donadores
3. Máxima cercanía entre departamentos interrelacionados

Restricciones.

1. Limitación de espacio
2. Disposiciones de seguridad industrial
3. Requerimiento de áreas libres y pasillos

El reto primordial consiste en encontrar la mejor distribución o al menos una satisfactoria que cumpla con las restricciones del caso.

Sin embargo, los problemas de distribución de planta para procesos intermitentes caen dentro de dos categorías:

- Los que involucran criterios cuantitativos de decisión
- Los que involucran criterios cualitativos

Los problemas que implican *criterios cuantitativos* requieren decisiones que pueden ser expresadas en términos medibles, tales como costos de manejo de materiales, tiempo de viaje de los clientes, o distancias.

En las decisiones de distribución de planta que implican *criterios cualitativos*, puede ser no ser posible identificar un flujo específico y medible de materiales, de clientes o de empleados. En su lugar pueden expresarse criterios cualitativos. Estas relaciones son de naturaleza cualitativa y no pueden manejarse con los mismos métodos que se usan para resolver problemas cuantitativos.

Dado que en el Banco de sangre no es posible identificar un flujo específico de *posibles donadores*, de materiales, o empleados es necesario analizar una adecuada distribución de planta con base en *criterios cualitativos*.

5.2.2.- Criterios Cualitativos

El problema de ubicación de naturaleza cualitativa, que se genera en el Banco de Sangre, será analizado por el método SLP* (Planeación sistemática de distribución de planta).

De acuerdo a la distribución de planta actual en el Banco de Sangre, la conveniencia de cómo se encuentran colocados los diferentes departamentos se evaluará mediante las siguientes categorías o jerarquizaciones:

| | JERARQUIZACIÓN |
|---|--------------------------|
| A | Absolutamente Necesaria |
| E | Especialmente Importante |
| I | Importante |
| O | Cercanía Común Correcta |
| U | Poco Importante |
| X | Inconveniente |

Tabla 13 Jerarquización por conveniencia

Esta jerarquización cualitativa se basa en consideraciones de seguridad, conveniencia del posible donador y los flujos aproximados entre los distintos departamento

| | DEPARTAMENTO |
|---|-----------------------|
| 1 | Trabajo Social |
| 2 | Signos Vitales |
| 3 | Consultorios |
| 4 | Ventanillas |
| 5 | Toma de Muestra |
| 6 | Módulo de Información |
| 7 | Sangrado |
| 8 | Baños |

Tabla 14. Departamentos del flujo de Donación

* Los problemas de ubicación de naturaleza cualitativa han sido estudiados a fondo por Muther (1962), planteando su método SLP

5.2.3.- Distribución de planta Actual.

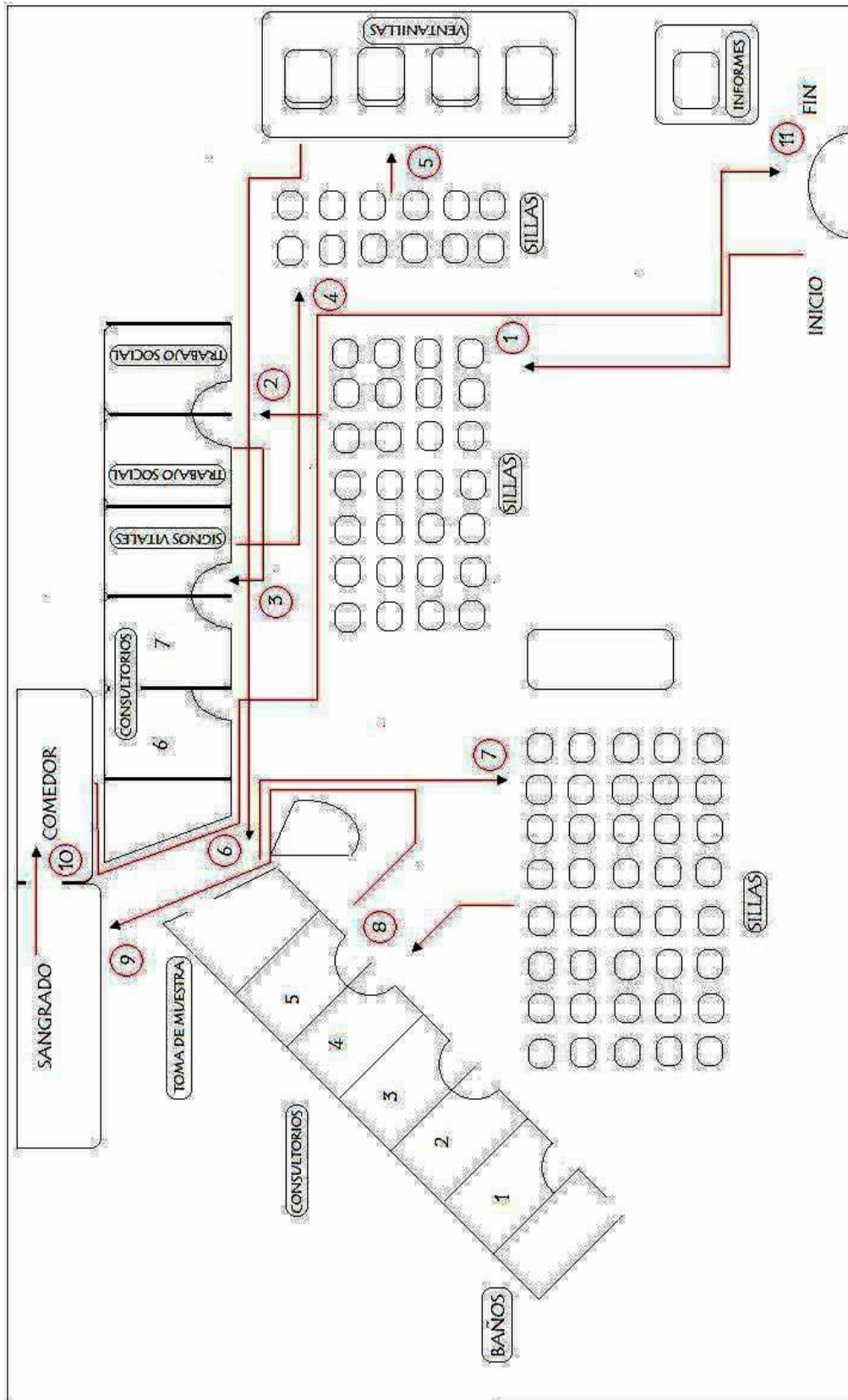


Figura 17. Distribución de Planta Actual

Distribución de Planta Actual

Las relaciones serán arregladas con una forma de matriz.

| Departamentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|---|---------|---|---------|---------|---|---------|
| 1 | | A a,b,c | X | I b | X | X | X |
| 2 | | | X | A a,b,c | X | U | X |
| 3 | | | | X | A a,b,c | U | A a,b,c |
| 4 | | | | | A a,b,c | X | X |
| 5 | | | | | | X | X |
| 6 | | | | | | | X |
| 7 | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla 15. Matriz de distribución de planta.

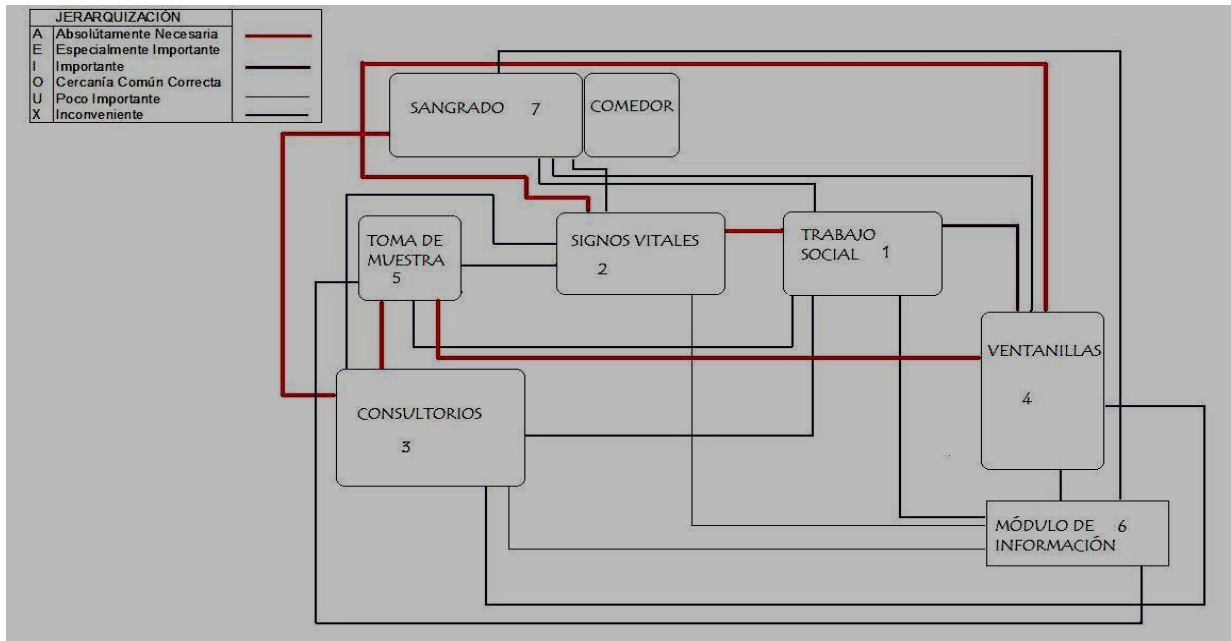


Figura 18. Diagrama de bloques de la relación entre cada departamento. (ACTUAL)

Ya que se realizaron las relaciones cualitativas, es necesario encontrar una forma para resolver el problema. Como se trata de un problema pequeño, este se puede hacer por inspección. En este caso sólo se trata de colocar cerca los departamentos que sean absolutamente esenciales Figura (18).

Las relaciones en especial importantes se pueden satisfacer colocando adyacentes a los departamentos, de ser posible, o localizándolos separados por un departamento, y así sucesivamente, hasta que las relaciones departamentales inconvenientes queden satisfechas colocando los departamentos lo más separado posible.

| RAZÓN PARA LA RELACIÓN | |
|------------------------|--|
| A | Evitar cruces |
| B | Conveniencia del posible donador |
| C | Departamentos totalmente relacionados, al tener una secuencia dentro del proceso de donación, es decir, seriación de los departamentos |

5.2.4.- Distribución de planta propuesta.

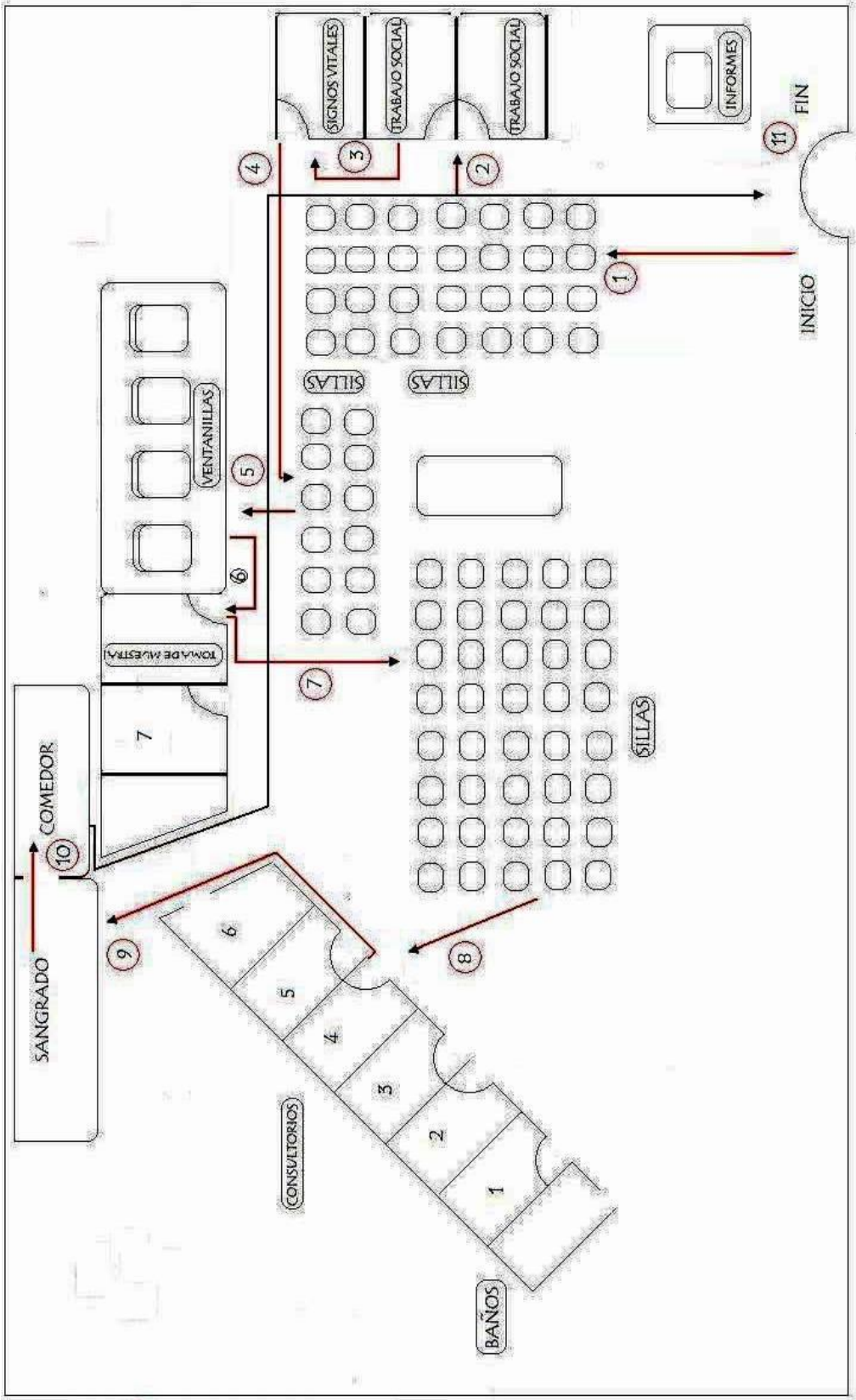


Figura 19. Distribución de Planta (PROPUESTA)

Una vez que se decidió sobre las relaciones entre cada departamento, el problema de la *distribución de planta* no ha quedado aún resuelto. Esto se debe, por lo general, encajar en una forma geométrica rectangular o de cualquier otro tipo. Sin embargo para el caso del *Banco de Sangre*, tenemos una flexibilidad entre departamentos, ya que es posible adecuarlos a la forma geométrica en donde se encuentran. Fig. (19)

Finalmente la distribución en planta que se ha planteado dentro del **Banco de Sangre CMN La Raza** tiene dos intereses claros que son:

1. *Interés Económico*: con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al donador y mejorar el funcionamiento del proceso de captación de sangre.
2. *Interés Social*: Con el que persigue darle seguridad a los empleados del Banco de Sangre y satisfacer las necesidades de los donadores.

Conclusiones.

La sangre es un tejido humano que constituye un recurso vital y escaso para la red de hospitales en México y en el mundo, se tiene gran dificultad para adecuar la oferta a la demanda y el eficiente abastecimiento de componentes sanguíneos en México depende en gran medida de la contribución de donantes voluntarios.

Las nuevas medidas preventivas encaminadas a proteger a los receptores han aumentado la dificultad de mantener un abastecimiento suficiente de sangre.

El IMSS promueve la donación como una contribución esencial al sistema sanitario, de modo que los Bancos de sangre como el de CMN La RAZA están obligados a demostrar a los donantes de sangre que cada donación es utilizada cuidadosa, racional y eficazmente bajo un control riguroso dentro de sus procesos de donación. Los pacientes necesitan tener la certeza de que la sangre es segura, está siempre disponible y se usa sólo cuando es necesario.

Después de realizar un análisis del funcionamiento en los procesos de donación dentro del Banco de Sangre, se detectaron diversas áreas de oportunidad, las cuáles nos permitieron elaborar propuestas de mejora para lograr un proceso más eficiente dentro del Banco de Sangre.

Una de las áreas donde se elaboró una propuesta de mejora es en el área de Consultorios. Ahí se lleva a cabo un proceso de filtrado de la materia prima por lo que se determinó el cuello de botella más significativo del proceso. La propuesta consiste en la aplicación de un Sistema de Colas o Líneas de espera la cual contribuye a una reducción significativa del tiempo dentro del proceso de donación.

Como se puede observar en los resultados de la aplicación de Líneas de espera o Teoría de Colas, para reducir el tiempo que el donador está en la sala de espera en consultorios, no es necesario aumentar la infraestructura con la que cuenta el Banco de Sangre, sino simplemente distribuir de forma correcta, durante los horarios establecidos, los recursos (Médicos). Luego entonces, el proceso obtendrá mejoras significativas en lo que se refiere a la reducción de los cuellos de botella en el área de consultorios, disminución en el tiempo total para un donador durante su estancia, y sobre todo evitar aglomeraciones en la sala de espera.

Así mismo, otro de los objetivos de la presente Tesis, destaca el análisis de la distribución de planta actual.

Se tuvo que tomar en cuenta un estudio cualitativo para su análisis. Esto se debe a que dentro del Banco de Sangre no es posible identificar un flujo específico de *posibles donadores*, de materiales, o empleados.

Para su análisis destacamos que fue fundamental para este tipo de procesos tomar en cuenta los criterios de decisión, los cuales son primordialmente la minimización en la distancia recorrida y minimización en el tiempo de donación. Así mismo otro criterio que se tuvo que considerar para la propuesta de una nueva distribución de planta es la máxima cercanía entre todos los departamentos interrelacionados.

Sin embargo para obtener una propuesta óptima fue indispensable considerar las limitaciones con las que se cuentan dentro del área de donación, las cuales radican en las limitaciones de espacio y los requerimientos de áreas libres para paso peatonal y cuestiones de seguridad.

Finalmente, respecto al área de Fraccionamiento es importante señalar que el almacenamiento pasa por cuestiones administrativas. Lo que implica no tener presupuesto para mejores equipos y por ende se convierte en una área de oportunidad para el Banco de Sangre, ya que de obtener equipos adecuados y con mayor capacidad para la preservación de los componentes sanguíneos, lograría una mejora en cuestión de disminución de merma, por caducidad o por no contar con el equipo y la capacidad necesaria.

Podemos concluir que la Ingeniería Industrial es una profesión multidisciplinaria ya que sus alcances no son únicamente enfocados a las áreas de producción. Y resaltamos la interacción que se puede tener con las áreas biológicas y de la salud esto con base en las herramientas de la Ingeniería Industrial.

Bibliografía

- Acontecer Médico. (2008). La donación de Sangre en México es segura para donadores y receptores. *Comunicación Social de Salud y Asisyencia*.
- Dueñas, V. H. (2003). *El Banco de Sangre, teoría, principios y procedimientos*. Colombia: Universidad del Valle.
- Hillier, F. S. (2003). *Investigación de Operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Moyado, H. R. (2004). *El banco de sangre y la medicina transfusional*. México: Médica Panamericana.
- Organización Mundial de la Salud. (2008). Sangre, seguridad y donaciones. *OMS*, nota descriptiva.
- Pearl, S. E. (1996). *Biología de Ville*. México, D.F.: McGraw-Gill.
- Pettit, A. H. (1997). *Hematología Básica*. México: LIMUSA.
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones*. México: Alfa Omega.
- Universidad de Alcalá. (2005). El grupo sanguíneo. *III Semana de la Salud*, 25-30.

Tablas y figuras

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1. Elementos de la sangre</i> | 3 |
| <i>Figura 2 Componentes y células sanguíneas</i> | 4 |
| <i>Figura 3 Composición de la sangre</i> | 4 |
| <i>Figura 4. Porcentaje de Donación de sangre voluntaria no remunerada</i> | 11 |
| <i>Figura 5. Ubicación del Banco de Sangre CMN la raza</i> | 17 |
| <i>Figura 6. Cadena de Suministro del Banco de sangre</i> | 21 |
| <i>Figura 7. Diagrama SIPOC del Banco de Sangre</i> | 22 |
| <i>Figura 8. Diagrama de los procesos del Banco de Sangre</i> | 23 |
| <i>Figura 9. Mapeo del proceso de donación</i> | 27 |
| <i>Figura 10.- Simbología de los diagramas de flujo</i> | 30 |
| <i>Figura 11. Diagrama del proceso de un donador</i> | 31 |
| <i>Figura 12. Diagrama de proceso de Fraccionamiento de la Sangre</i> | 35 |
| <i>Figura 13. Proceso de distribución de los componentes sanguíneos</i> | 37 |
| <i>Figura 14. Proceso Básico de Teoría de Colas</i> | 38 |
| <i>Figura 15. Proceso de colas en los consultorios del Banco de Sangre de la raza</i> | 39 |
| <i>Figura 16. Levantamiento de datos en le area de consultorios</i> | 40 |
| <i>Figura 17. Distribución de Planta Actual</i> | 47 |
| <i>Figura 18. Diagrama de bloques de la relación entre cada departamento. (ACTUAL)</i> | 49 |
| <i>Figura 19. Distribución de Planta (PROPUESTA)</i> | 50 |
| | |
| <i>Tabla 1. Posibilidades de donación</i> | 5 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 2. Posibilidades de recepción.....</i> | <i>6</i> |
| <i>Tabla 3. Hospitales del IMSS que dirigen sus donaciones al Banco de Sangre CMN La raza.. ..</i> | <i>18</i> |
| <i>Tabla 4. Hospitales en convenio con el Banco de sangre CMN la raza.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabla 5. Antecedentes de rechazo temporal.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabla 6. Antecedentes de rechazo.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Tabla 7. Antecedentes de rechazo por enfermedades.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Tabla 8. Antecedentes de rechazo Gineco-obstetricos.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Tabla 9. Parametros de Biometría Hemática.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Tabla 10. Pruebas obligatorias en candiatos a donadores.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Tabla 12. Fraccionamiento del Banco de Sangre.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabla 13 Jerarquización por conveniencia.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabla 14. Departamentos del flujo de Donación.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabla 15. Matriz de distribución de planta.....</i> | <i>48</i> |