

3  
24.

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN**



**\*TRAUMAC\***

**PROGRAMA QUE CALCULA PROBABILIDADES DE SOBREVIVENCIA DE  
PACIENTES CON LESIONES TRAUMATOLOGICAS GRAVES**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN MATEMATICAS APLICADAS Y COMPUTACION**

**P R E S E N T A :**

**GILBERTO ANZALDO SAN VICENTE**

**ASESOR: ING. ELVIRA BEATRIZ CLAVEL DIAZ**

**ESTADO DE MEXICO**

**1997**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"  
 DIVISION DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA  
 PROGRAMA DE ACTUARÍA Y M.A.C.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AVENIDA DE  
 MÉXICO

SR. GILBERTO ANZALDO SAN VICENTE  
 Alumno de la carrera de Matemáticas Aplicadas y Computación.  
 Presente.

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 14 de mayo de 1990, me complace notificarle que esta Jefatura tuvo a bien asignarle el siguiente tema de Tesis: "TRAUMAC" "PROGRAMA QUE CALCULA PROBABILIDAD DE SOBREVIVENCIA DE PACIENTES CON LESIONES TRAUMATOLÓGICAS GRAVES", el cual se desarrollará como sigue:

- INTRODUCCION.
- CAP. I Modelos Matemáticos en Medicina Traumatológica.
- CAP. II Regresión Logística y Métodos de Diagnóstico Médico.
- CAP. III "TRAUMAC". El auxilio virtual del médico del área de urgencias traumatológicas.
- CONCLUSIONES.
- ANEXOS.
- BIBLIOGRAFIA.

Asimismo, fue designado como Asesor de Tesis: la ING ELVIRA BEATRIZ CLAVEL DIAZ.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá presentar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la Tesis el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la misma.

E.N.E.P. ACATLÁN

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLA EL ESPÍRITU"  
 Acatlán, Edo. Mex. Noviembre 20 de 1990.



ACT. LAURA YALAMOR BECERRA  
 Jefe del Programa de Actuaría y M.A.C. APLICADAS Y COMPUTACION

JEFATURA DEL PROGRAMA DE  
 MATEMÁTICAS E INGENIERÍA  
 APLICADAS Y COMPUTACION

## Agradecimientos

Deseo manifestar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron incondicionalmente en diferentes facetas de mi vida, ya que sin su valiosa colaboración no me encontraría actualmente donde estoy. En especial, agradezco a:

**Yahvé Dios**, que al temerte, uno principia en la sabiduría, ya que sólo los insensatos la desprecian así como la doctrina. (Proverbios. 1:7).

A mis padres **Jesús Anzaldo Jakoiva** y **Martha Alicia San Vicente Pérez**, quienes al instruirme y enseñarme, me han dado una corona de gracia para mi cabeza y un collar para mi cuello (Proverbios 1:8, 1:9), para examinar los pasos de mi pie para que sean rectos, no declinando ni a la derecha ni a la izquierda, apartando me del mal (Proverbios 4:26, 4:27).

A la **UNAM**, por haberme otorgado la beca que permitió que cursara mis estudios universitarios en Matemáticas Aplicadas y Computación, así como a mis profesores, al revelarme un maravilloso mundo que va más allá de lo que podemos ver a simple vista.

A mi amigo y colega **Adrián López Castellanos**, por colaborar conmigo en las actividades académicas, ya que sin su ayuda hubiese sido muy difícil lograr terminar el total de mis créditos.

Al **Dr. J. Manuel Junco Carrera**, quien con sus consejos y observaciones, fue un catalizador muy importante para el logro de este trabajo.

A mi amada **Adela**, cuyo traje es formado de fortaleza y gracia, donde la ley del amor gobierna su lengua; descubriendo que su precio es mucho mayor que las perlas (Proverbios 31:25, 31:26, 31:10).

A la profesora **Elvira Beatriz Clavel Díaz** por asesorar este trabajo de titulación, leyendo con sumo cuidado y atención todo lo que escribía, asegurándose de que fuese inteligible. Indicando aquellas partes oscuras para que fuesen reescritas, aun cuando para mí estaban muy claras; señalando también errores de estilo, lo cual elevó la calidad de lo aquí plasmado.

## Capitulado

---

### Capitulado.

Introducción	i
Capítulo I Modelos Matemáticos en Medicina Traumatológica.	1
Capítulo II Regresión logística y Métodos de Diagnóstico Médico.	11
♦ Variables Dictómicas.	12
♦ La Familia de las Funciones Exponenciales	14
♦ Modelos Lineales Generalizados	15
♦ ¿Qué es la Regresión Logística?	16
♦ El Método TRISS. Una Aplicación del Modelo de Regresión Logística	21
• Trauma Score	22
• Injury Severity Score	24
• La Edad del Paciente con Trauma	27
♦ Fórmula del Método TRISS	28
♦ Estimación de los Parámetros que Utiliza el Método TRISS	29
Capítulo III "TRAUMAC". El auxiliar virtual del médico del área de urgencias traumatológicas.	32
♦ Diseño de la Base de Datos.	33
♦ Definición de las Entidades de la Base de Datos	33
♦ Consideraciones en el diseño de interfaces en el ambiente Windows.	35
♦ Software que se utilizara para el desarrollo del programa	37
♦ Comentarios Sobre el Capítulo	40
Conclusiones.	42
Anexo I Vocabulario	44
Anexo II. Diccionario de Datos	53
Anexo III. Manual del Usuario	60
Bibliografía y Hemerografía.	74

**Introducción.**

Al paso del tiempo los médicos han acumulado el conocimiento para tratar a las personas lesionadas, evaluando su condición en forma visual e instrumental, aplicando criterios de acuerdo a su experiencia. En ocasiones, tales criterios salvan la vida de los pacientes, mientras que en otras no. Así en 1943, se realizan los primeros estudios para cuantificar las lesiones, pero no es sino hasta 1952 que los doctores Duncan y Rhodes, al observar que los padecimientos y medicamentos, en el caso de las epidemias, eran casi siempre los mismos, proponen un modelo dicotómico para su descripción y cuantificación. En 1958 Duncan y Cox, retoman los estudios realizados en 1952 y proponen el modelo de regresión logística para calcular la probabilidad de sobrevivencia de un paciente con alguna enfermedad epidémica. Los estudios continuaron, hasta que en 1987 se desarrolla la metodología TRISS (TRauma score and Injury Severity Score) la cual ofrece por primera vez una aproximación aceptable de la probabilidad de sobrevivencia considerando las lesiones anatómicas y fisiológicas, así como la edad del paciente. Esta metodología de evaluación ha tenido, desde ese entonces, una gran aceptación por los cuerpos médicos de países como los Estados Unidos, Canadá, Francia e Inglaterra, ya que incorpora los criterios de evaluación que aquellos utilizan y por otra parte, el modelo matemático que lo sustenta fue desarrollado prácticamente para ofrecer respuestas biológicas, en términos de vida o muerte, a las preguntas que los médicos se hacen cuando examinan a cada paciente.

Aunque la aplicación de la metodología TRISS ha permitido al personal de salud de varias partes del mundo salvar vidas que bajo otras circunstancias se hubiesen dado por perdidas, su aplicación no es fácil de llevarse a cabo manualmente, ya que al momento de realizar la evaluación de las diferentes lesiones del paciente, estas deben ser comparadas en una tabla de lesiones anatómico-fisiológicas para cuantificarlas y proceder con otra serie de operaciones que, aunque no son difíciles de realizar, son engorrosas ya que es necesario comparar el valor obtenido por cada lesión con otras tablas y posteriormente proceder con el cálculo de la probabilidad de sobrevivencia y así estimar la condición general de la persona traumatizada.

Ante esta situación se pensó que el desarrollo de un programa que permita registrar y evaluar rápidamente las lesiones de consideración de un paciente puede ser de utilidad, ya que dentro del proceso de auscultación, se dejaría a la computadora asignar la calificación correspondiente de cada lesión y con tan sólo oprimir un botón, obtener la probabilidad de sobrevivencia del paciente en ese momento.

En las instituciones de salud de nuestro país, los médicos del área de urgencias traumatológicas realizan la evaluación de los pacientes y al terminar de recabar la información de la condición de los mismos, emiten un diagnóstico, para así tomar las decisiones sobre el curso que deberá seguir el tratamiento. Debido a las características propias de los hospitales de urgencias traumatológicas, es necesario que el personal de salud realice esta labor con prontitud para emitir su diagnóstico con el fin de dar oportunamente el tratamiento que se requiera y definir las prioridades de atención cuando hubiesen más de una persona que deban ser atendidas en un momento dado.

Ante estas circunstancias y como egresado de la licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación desarrollé este trabajo con el objetivo crear un programa para computadoras PC que sea de utilidad para el personal médico, con el cual puedan capturar las lesiones de los pacientes, almacenarlas en una base de datos al momento de la auscultación y obtener la probabilidad de sobrevivencia con el fin de ofrecer un nuevo elemento de juicio a los médicos para que el paciente reciba de acuerdo a su condición de ingreso y tal vez conforme al desarrollo de su tratamiento en diferentes momentos la mejor atención empleando el modelo de regresión logística a la metodología TRISS como el alma del programa de esta tesis.

En base a lo anterior, este trabajo se ha agrupado en tres capítulos los cuales exponen la razón por la cual un programa como TRAUMAC, que es la combinación de los conocimientos médicos en el área de traumatología y las matemáticas aplicadas y la computación, ofrece a los cuerpos médicos de los hospitales de urgencias traumatológicas de manera atractiva y eficaz más información sobre el estado anatómico y fisiológico de las personas que han sufrido lesiones traumatológicas graves.

En el primer capítulo, se describe el desarrollo de los métodos y técnicas estadísticas en la evaluación de las lesiones traumatológicas, su desarrollo y principales actores los cuales permitieron desarrollar la metodología TRISS al cabo de casi medio siglo de trabajos e investigaciones los cuales se llevaron a cabo en forma conjunta y separada.

En el segundo capítulo, se exponen las características que tiene el modelo de regresión logística, así como su implementación en la metodología TRISS, al considerar las técnicas de evaluación de las lesiones anatómicas, por medio del Injury Severity Score (ISS), fisiológicas a través del Trauma Score (TS), considerando la edad del paciente como un dato importante en el cálculo de la probabilidad de sobrevivencia ya que está ligada a problemas cardiovasculares (*résumé Estimation of the Probability of an Event as a Function of Several Variables. : Johns Hopkins University, Great Britain (1967), p.167-179*).

En el tercer capítulo se describen las consideraciones técnicas que se requirieron en la creación del programa como son el diseño de la base de datos que almacenará los datos relevantes de cada paciente y de sus lesiones, procurando que esta acción se realice de la mejor posible, evitando la repetición inútil de información, la cual produciría inconsistencias al momento en que se revisaran los expedientes almacenados en un futuro. Posteriormente se exponen las consideraciones en el diseño de las pantallas de captura y presentación de datos para ambientes gráficos, los cuales permitirán a los usuarios finales una operación sencilla de los programas y por último la selección de las herramientas de software que permitieron crear a TRAUMAC.

En este trabajo hay tres anexos los cuales son de utilidad para el lector, ya que en el primero se encuentra un glosario con los términos técnicos que pueden ser desconocidos para una persona poco versada en asuntos de medicina, matemáticas y computación. En el segundo anexo está el diccionario de datos, el cual describe la estructura de los campos utilizados en el almacenamiento de las lesiones y otros datos relevantes del paciente y por último, el tercer anexo tiene el manual del usuario, el cual permite utilizar el programa.

Como se dijo al comienzo de esta introducción, TRAUMAC fue ideado y hecho con el fin de ser una herramienta útil para el personal de salud de las áreas de traumatología, la cual permita apoyar a los médicos en la toma de decisiones que realizan diariamente.



## Capítulo I

### Modelos Matemáticos en Medicina Traumatológica.

*Palabras clave : estimación, probabilidad, modelos analíticos matemáticos, regresión logística.*

El conocimiento de la anatomía y fisiología del cuerpo humano ha permitido a los médicos preservar la salud de la humanidad, utilizando su sabiduría y experiencia para aliviarla de aquellos agentes o factores que la dañan. Desgraciadamente no siempre se tiene éxito, ya que en ocasiones cuando se trata de lesiones que el cuerpo sufre pueden aparentar no ser tan severas en la exploración; aunque pueden llegar a serlo en su evolución y el tratamiento aplicado no da los resultados esperados llegando en ocasiones a un desenlace fatal para el paciente. Este tipo de situaciones genera preguntas como: el médico hizo lo indicado, por qué empleó la terapia  $x$  en lugar de la  $y$ , y así, un sinnúmero de cuestionamientos que sólo sirven para especular sobre el tratamiento. Ante este problema se emprendieron estudios a mediados de este siglo para que mediante el auxilio de las matemáticas se crearan modelos analíticos que evaluaran en términos generales la condición de los pacientes y expresaran cuantitativamente su estado de salud. En atención a esta necesidad en el Colegio de Medicina de la Universidad de Cornell y DeHaven elaboró en 1943 la primera tabla de lesiones que auxiliaba a los médicos en la evaluación de los daños que sufrían las personas en los accidentes aéreos. Este trabajo no trascendió del campus universitario, quedando en el olvido, hasta que en 1950 en los Estados Unidos, se iniciaron estudios para cuantificar la severidad de las afecciones coronarias a través del análisis de 5000 casos clínicos obtenidos de los registros con que se contaba de la década de los cuarentas, tomando nota de aquellos que padecían esta enfermedad y que habían muerto o sobrevivido, calculando las proporciones correspondientes, se creó una lista de los factores que producían estas enfermedades y las posibilidades de sobrevivencia que podían tener los pacientes que las padecían. Dos años más tarde, en 1952, Duncan y Rhodes realizaron un trabajo para la Marina de los Estados Unidos con el fin de describir la población con problemas coronarios mediante el uso de un modelo dicotómico de variables independientes. Éste consistió de un vector que contenía los valores de las variables independientes y de una matriz de variables dependientes, describiendo así el fenómeno como un modelo lineal y obteniendo los parámetros que buscaban para describir a la población en estudio. Aunque este método permitía a los médicos cuantificar la gravedad de la enfermedad, se tenía conciencia de sus limitaciones, ya que muchas variables que estaban involucradas en la enfermedad no fueron consideradas. Por tal razón, en 1962, Cornfield, Gordon y Smith propusieron el desarrollo y uso de

modelos matemáticos que contemplaran las observaciones con un número manejable de variables, las cuales ofrecieran respuesta a las diferentes preguntas que los médicos se hacían sobre las enfermedades. Hubo algunos estudios y propuestas a partir de este año, pero no fue sino hasta 1958, cuando Duncan y Cox al estudiar el comportamiento de las muertes provocadas por afecciones coronarias emplearon el modelo de regresión logística, encontrando que éste permitía plasmar los argumentos utilizados en el estudio en una función lineal considerando a la población con o sin estas afecciones.

Al descubrirse la posibilidad de crear parámetros que describían la condición de los pacientes, se dio un auge al uso de métodos estadísticos en la medicina, para auxiliar en la toma de decisiones. Para 1964, Finney propone al modelo de regresión logística como el mejor medio para realizar esta labor tan importante para los médicos; tiempo después, en 1967, Framingham desarrolla un modelo tricotómico basándose en el modelo de regresión logística utilizando las siguientes variables: infarto al miocardio, angina de pecho y muertes del corazón por afecciones coronarias.

Aunque se había iniciado un nuevo campo de aplicación para las matemáticas, no todos los investigadores utilizaban el modelo de regresión logística como el medio para obtener los parámetros deseados. Es así que, en septiembre de 1969, la American Medical Association (AMA) y la University of California en Los Angeles (UCLA), desarrollaron una tabla que cuantificaba las lesiones producidas en los accidentes automovilísticos utilizando el método de la distancia euclidiana para calcular las calificaciones respectivas. Esta tabla, ofrecía a los médicos del área de traumatología, un conjunto de parámetros que les permitía reducir el tiempo de auscultación y mejorar la atención de los pacientes. Dicha tabla contenía diez puntos sobre la severidad de los accidentes: de menor grado, de grado moderado, severo sin peligro de perder la vida, severo pudiendo perder la vida, crítico con la incertidumbre de que el paciente sobreviva, fatal con quemaduras, fatal con lesiones de tipo uno en el cuerpo, fatal con lesiones de tipo dos en el cuerpo, fatal con lesiones en el cuerpo y quemaduras y lesiones desconocidas; considerando cinco regiones del cuerpo: cabeza y cuello, pecho o tórax, abdomen, extremidades y región pélvica y cuerpo en general. Meses después, la International Statistic Classification of Diseases, Injuries and Causes Death, designó cuatro dígitos calculados por el método de la distancia euclidiana con los que relacionaba el tipo de accidente y la región del cuerpo afectada: fatal, severo visible, menor visible y no visible. Mientras tanto Cox continuaba trabajando con la regresión logística dando a conocer en 1970 las bondades y facilidad de uso de este modelo matemático, así como el significado biológico que proporcionaba al obtener los resultados del proceso de cálculo.

Por ese año, los investigadores del Maryland Institute for Emergency

Medicine (MIEM) estudiaban los efectos de los golpes en las personas, considerando una muestra de 2800 pacientes, con el objetivo de crear un índice pronóstico para medir la severidad de las lesiones producidas por traumas. Al término de este trabajo, en septiembre de 1971, propusieron las siguientes categorías para clasificar las principales lesiones que este centro de salud encontró como las más comunes:

1. Lesiones múltiples severas, con dos o más sistemas dañados.
2. Cabeza o espina lesionadas en forma separada o conjuntas.
3. Lesiones de vaso y cardíacas, generalmente del pecho y abdomen.
4. Lesiones múltiples con complicaciones, shock, sepsis o insuficiencia respiratoria.
5. Lesiones múltiples, las cuales complican enfermedades como diabetes, cirrosis hepática, problemas cardíacos y muerte pulmonar.
6. Lesiones severas faciales y de ojos que generalmente no habían sido atendidas y requerían un cuidado inmediato; estas lesiones necesitaban de una cirugía preventiva.
7. Accidentes de buceo, quemaduras, gangrena, intoxicación con monóxido de carbono, envenenamiento, alcoholismo, sobredosis por el uso de drogas e intento de suicidio.

Con estos puntos desarrollaron una tabla que describía cuantitativamente la severidad de las lesiones realizando los cálculos por medio de la distancia euclidiana. Esta tabla ofrecía a los médicos un panorama del estado de salud de las personas, aplicándose en 185 pacientes del mismo instituto en un lapso de 1116 días, obteniendo que ésta únicamente detectó a 153 personas que podían sobrevivir al momento de ingresar al hospital. Esto significó que el método contemplaba exclusivamente un 82.7 por ciento del total de la muestra, ignorando al 17.3 por ciento restante dentro de los cuales algunos sobrevivieron al accidente que sufrieron. Continuaron las investigaciones y en 1974 Susan P. Baker junto con otros colegas, realizaron un proyecto que tenía por finalidad, el describir la condición de los pacientes con múltiples lesiones, utilizando dos criterios. El primero consistía en comparar entre sí a las personas con lesiones similares; mientras que en el segundo, se tomaban en aquellas cuyas lesiones no necesariamente eran iguales. Con estos criterios, la experiencia profesional y el juicio de los médicos creadores, se desarrollaron las escalas AIS (Abbreviated Injury Score) y CRIS (Comprehensive Research Injury Scale), siendo la primera ampliamente difundida, mientras que la segunda sólo fue una extensión detallada de la primera. Estas dos escalas se utilizaron en aquellas personas que hubiesen tenido un accidente automovilístico. Conforme avanzaron los estudios, los investigadores encontraron que la relación de las variables utilizadas en el método AIS eran en forma de parábola, lo que dio la posibilidad de elevar al cuadrado las calificaciones obtenidas antes de sumarlas para obtener un mejor ajuste del

comportamiento de los lesionados; ésta fue la principal causa por la cual los modelos anteriores no eran tan precisos, ya que sólo se basaban en parámetros obtenidos con modelos lineales. Posteriormente se hicieron revisiones del AIS que permitieron desarrollar en 1975 un método más sencillo de ajuste para múltiples lesiones al cual bautizaron como Injury Severity Score (ISS). Este método permitió describir numéricamente la gravedad de las lesiones de las personas en una o varias partes del cuerpo para hacer comparaciones y equivalencias con otras escalas. El ISS fue definido como la suma del cuadrado de los tres valores más altos del AIS, debido al comportamiento parabólico que denotaban las lesiones al agruparse por edades. Al analizarse las observaciones, se encontró que al elevar al cuadrado las calificaciones se obtenía un ajuste aceptable del comportamiento presentado en los estudio. Posteriormente se descubrió que al considerar las tres lesiones más severas, se podría describir de forma aceptable el estado de los daños anatómicos del paciente. Con esto, se logró una mayor precisión en la estimación de la correlación entre la severidad de las lesiones y la mortalidad, obteniendo de esta forma un incremento del 49 por ciento de eficiencia con respecto al AIS.

En base a los modelos analíticos anteriores, en 1976 se desarrolló el Therapeutic Intervention Scoring System (TISS), con el propósito de ayudar a los médicos en el tratamiento de pacientes con lesiones traumáticas que requirieran cirugía, además de proporcionar un sistema que permitiera dar seguimiento desde la evaluación de la enfermedad o lesión, la atención ofrecida a las personas lesionadas en la sala de cuidados intensivos y los progresos obtenidos. Este método se basó en la observación de las lesiones graves que el médico pudiera registrar del paciente, así como la terapia a aplicar en un período de 24 horas de ocurrido el accidente. Seis meses después de iniciado este trabajo, se decidió ponerlo en práctica en la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Yale-New Haven Hospital durante un período de seis meses con una muestra de 320 pacientes, utilizando cinco clasificaciones para la evaluación de los pacientes:

- Clase I.* Pacientes admitidos para una revisión rutinaria, los cuales no son anestesiados y no requieren de cuidados intensivos.
- Clase II.* Pacientes que son fisiológicamente estables y requieren observación profiláctica.
- Clase III.* Pacientes fisiológicamente estables que requieren monitoreo intensivo. Puede esperarse que sus condiciones mejoren.
- Clase IV.* Pacientes que fisiológicamente son inestables, los cuales requieren cuidados y observaciones intensivas además de observaciones médicas frecuentes. Por lo general estos pacientes presentan uno o más órganos dañados por la lesión, pero su prognosis es buena.
- Clase V.* Pacientes que fisiológicamente son inestables, requieren cuidados y observaciones intensivas; deben estar en constante

observación. Estos pacientes usualmente tienen uno o más órganos lesionados y su prognosis es pobre.

Los pacientes eran tratados en base a la clasificación que mejor los describía; ésto es, si se encontraban en las clases *i* o *ii*, eran enviados a la sala de observación, mientras que si entraban en las clasificaciones *iii*, *iv* o *v* eran llevados a la sala de cuidados intensivos; también estos últimos eran divididos en dos clasificaciones adicionales, *multisistemático* y *unisistemático*. Los traumas multisistemáticos se definían como lesiones de más de un órgano o sistema y los unisistemáticos como aquellos que sólo lesionaban un órgano o un sistema. Cada clasificación era subdividida en *operable* cuando el paciente debía ser intervenido quirúrgicamente y *no operable* cuando la lesión en si no lo justificaba de acuerdo al pronóstico que el médico haya realizado.

En base al análisis de los resultados que el modelo arrojó, se encontró que el método podía correlacionar en gran medida la morbilidad, la mortalidad y el costo de ambos. El sistema estaba basado en tres suposiciones. La primera, el tratamiento de las lesiones críticas, donde se especifican la intervención apropiada y la acción a realizar. La segunda decía que las intervenciones son discretas e identificables y la tercera, que la severidad de la lesión podía ser descrita basándose en el número de intervenciones que se habían aplicado para sanarla. Este método probó su eficacia en aquellos pacientes que presentaron lesiones multisistemáticas ya que éste las contemplaba en gran medida puesto que contenía el registro de 71 intervenciones terapéuticas en una escala del uno al cuatro. Mientras que en las lesiones unisistemáticas, no lo fue tanto, ya que el TISS está basado en las lesiones del primer grupo. Por otra parte, logró ser una valiosa herramienta, la cual auxiliaba a los médicos y enfermeras en el momento de tomar las decisiones.

El valor terapéutico del método TISS consistía en:

- Permitir el análisis de subgrupos homogéneos de una población heterogénea.
- Formar una base de datos para estudios clínicos. Uno puede ahora estudiar los resultados de las variables que afectan la morbilidad y la mortalidad.
- Facilitar una comparación estadística de la administración de los cuidados intensivos entre varias locaciones.
- Recuperar las variables específicas para el cuidado de los pacientes, así como el mejoramiento del uso de los recursos de la comunidad en el tratamiento de los pacientes con trauma.

Aunque la descripción de las lesiones fue aumentando, las escalas existentes para 1976 eran imprecisas para estudiar el manejo del paciente y los sistemas de atención y cuidado. Ante esta situación, Hannan realizó un trabajo, desde septiembre de 1976 a mayo de 1978, midiendo la severidad de las lesiones de 1084 pacientes con cinco variables: el estudio se realizó en el Centro Médico de Washington D.C. y fue nombrado Triage Index. Este modelo estadístico multivariado valoraba la condición de los sistemas del paciente rápidamente, reduciendo la mortalidad y la morbilidad.

Los criterios de inclusión que se consideraron se basaron en las especialidades que el Centro Médico de Washington D.C. tenía, estudiando las siguientes lesiones:

- Lesiones de cabeza con poco nivel de conciencia en el paciente.
- Lesiones penetrantes en el pecho, abdomen, cabeza, cuello o ingle.
- Lesión que afecte a dos o más sistemas dañados.
- Accidentes en automóviles, caídas de más de 15 pies (6.3 mts.) de altura.
- Golpe por cualquier etiología.

Conforme transcurrió el estudio, se observó que las muertes de los pacientes generalmente se producían por daños en el sistema nervioso central, disfunciones cardiovasculares o respiratorias, así que esta situación se tomó en cuenta para considerar el uso de tres grupos que describieran los sistemas afectados los cuales tuvieran variables que midieran la presión sanguínea, el pulso y su intensidad, el llenado capilar, el color de los labios, la respiración, la reacción de los ojos, las respuestas verbales, así como el movimiento de las extremidades del cuerpo, las cuales son contempladas en la Escala de Coma de Glasgow. A estas variables se les asignó un valor numérico de acuerdo al grado de la disfunción que presentaban.

Inicialmente el Triage Index utilizó doce variables las cuales mostraban una correlación positiva con el resultado al realizarse estudios posteriores, se redujo el número de éstas a cinco utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, con el fin de desarrollar una matriz cuyas variables tuvieran una alta correlación con la sobrevivencia, como lo son la apertura de los ojos, la mejor respuesta verbal, la mejor respuesta motora, la reacción de las pupilas y su tamaño, la presión sistólica, la fuerza del pulso, el llenado capilar y el color de los labios. Posteriormente se hizo un segundo desarrollo, donde se decidió incorporar al final una variable que recibiría la calificación de cada uno de los tres sistemas mencionados con anterioridad.

En estudios posteriores se encontró que subconjuntos de cinco o seis variables ofrecían la posibilidad de cuantificar el estado del paciente. Cada uno de estos subconjuntos contenía datos sobre la apertura de los ojos, la mejor respuesta

verbal, la mejor respuesta motora y la expansión respiratoria. Un subconjunto también contenía los datos de la presión sistólica de la sangre y el llenado capilar, mientras que el tercero contenía de ambos. La habilidad de cada uno de estos tres subconjuntos de variables para predecir la sobrevivencia fue analizada usando un modelo de regresión logística de la forma

$$Ps(X; B) = \frac{1}{1 + e^{-A}}$$

donde  $Ps(X;B)$  es la probabilidad de sobrevivencia,  $A = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_nX_n$ . Siendo  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  los valores que se asignarán a las características de la lesión y  $B_0, B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$  los coeficientes para cada variable, las cuales se obtuvieron usando el método de regresión de Walker-Duncan. Terminado el estudio y aceptada su consistencia y validez, fue utilizado para desarrollar el programa *MedStar* el cual incorpora 30 diferentes Triage con una probabilidad de sobrevivir máxima de 0.96 y un rango de 0.93 a 0.98 de eficiencia, de acuerdo a las pruebas realizadas.

Los trabajos continuaron y para 1979 se dio a conocer a APACHE. Acute Physiology and Chronic Health Evaluation, con el propósito de clasificar a los pacientes en grupos basándose en la severidad de sus lesiones, ya que al conocer la situación del estado de aquellos podrían encauzarse los esfuerzos y ofrecer una mejor ayuda en las unidades de cuidado intensivo (UCI) de los hospitales, así como evaluar las nuevas terapias y comparar los casos de los diferentes lesionados.

En ese entonces había problemas en el uso de los modelos predictivos, al no contar con una clasificación precisa de pacientes, sobrevivientes y no sobrevivientes que sufrieron alguna lesión, además de aceptar estudios pobres en el cálculo de la probabilidad de sobrevivencia de los mismos. Por estas razones era necesario tener un índice de severidad aceptado por los médicos que permitiera estimar la probabilidad de mortalidad para poder estimar la sobrevivencia de las personas lesionadas. En base a lo anterior, se definió a APACHE compuesto de dos partes. El registro fisiológico, que representa el grado de severidad en la evaluación de la condición del paciente *antes de la enfermedad y al momento de la preadmisión*. La porción fisiológica del método, estaba diseñada para medir objetivamente el grado de la severidad de la lesión. El registro de la condición del paciente se realizaba dentro de las primeras 32 horas de internado, anotando las anomalías para determinar dentro de cuál de las 34 posibles clasificaciones entraba el paciente.

La preadmisión de cada paciente tenía la finalidad de revisar su condición, así como su historia clínica en los últimos seis meses. Cada uno era clasificado en una de cuatro categorías etiquetadas de la A a la D.

APACHE se probó con 582 pacientes del Área de Urgencias Traumatológicas del Centro Médico de la Universidad George Washington durante ocho meses, de abril a noviembre de 1979. Fueron consideradas como variables de observación la edad, el sexo, el sistema afectado y su funcionamiento y el estado general del paciente al momento de la preadmisión, definiendo un rango de cero a 50 por ciento como probabilidad de muerte. En pacientes analizados individualmente, la ecuación tenía un valor del 11 por ciento sin clasificación, ignorándose si sobrevivieron o no, con una tasa predictiva positiva del 90 por ciento de sobrevivencia. De 63 pacientes que se predijo que morirían, sólo 13 de ellos fallecieron (un 21 por ciento de acierto); esto ilustra las limitaciones del registro fisiológico para pronósticos individuales.

En 1981 las escalas para medir la severidad de las lesiones en forma confiable eran necesarias para la adecuada aplicación de los recursos médicos, así como también, la evaluación de los cambios del estado de salud del paciente en el tiempo ya que éstos podían auxiliar a los médicos en la cantidad y la calidad de los cuidados que se le proporcionarían. Para ello Howard y otros colegas, desarrollaron una investigación que les permitió desarrollar el Triage Score y el Triage Index; mediciones que evalúan la severidad de las lesiones de manera rápida y concisa. Para lograr esto, fue necesario modificar el Triage Score para que incluyera la presión sistólica de la sangre y el esfuerzo respiratorio por lo que se le llamó al nuevo método Trauma Score, el cual fue utilizado con cuatro parámetros fisiológicos: presión sistólica de la sangre, llenado capilar, tasa respiratoria y la expansión respiratoria, combinada con la Escala de Coma de Glasgow. Como otros indicadores fisiológicos, el Trauma Score tenía una tasa de sensibilidad de aproximadamente un 80 por ciento, es decir, un 20 por ciento de los pacientes con lesiones graves no eran identificados con este instrumento. Ante tal situación, Carl y varios de sus colegas decidieron en 1987 combinar el Trauma Score, el ISS y la edad de los pacientes en un nuevo modelo al cual nombraron metodología TRISS (Trauma score and the Injury Severity Score).

Esta nueva forma de cuantificar las lesiones de los pacientes, se basó en el concepto de que el cuerpo humano es un todo integrado y por ende, cuando alguna de sus partes ha sido dañada, éste debe ser estudiado en su conjunto, ya que más de un sistema pudo haber sido afectado en forma indirectamente. Ésto motivo que se combinaran el Trauma Score y el Injury Severity Score con el propósito de analizar los sistemas fisiológicos y anatómicos conjuntamente. Por otra parte, la edad del paciente fue considerada, ya que a través de los diferentes estudios realizados desde 1952, ésta se relaciona con las afecciones coronarias afectando la probabilidad de sobrevivencia (1's). Ésto se reforzó con el Major Trauma Outcome Study, estudio realizado en los Estados Unidos en 1985, con 15000 expedientes clínicos de lesiones traumatológicas graves, encontrándose que



aquellos que tenían 55 años de edad o más, mostraban una mayor tendencia a morir, que los menores a ésta. Este estudio tenía la finalidad de obtener los parámetros de las lesiones anatómico-fisiológicas y de la edad para ser utilizadas en la metodología TRISS.

Combinando estos criterios se produjo una ecuación de la forma

$$P_s = \frac{1}{1 + e^{-b}},$$

donde  $b$  es la ecuación lineal de la forma  $b=b_0+b_1(TS)+b_2(ISS)+b_3(Edad)$ , siendo  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ , y  $b_3$  los parámetros calculados por medio del análisis de regresión de Walker-Duncan.

Desde 1988, se han desarrollado alrededor de 50 modelos predictivos que evalúan las lesiones traumatólogicas, siendo en su gran mayoría fundamentados en la metodología TRISS, ya que desde esa fecha ha demostrado ser el mejor medio para describir a los pacientes que han sufrido lesiones traumatólogicas graves, situación que ha quedado documentada en los diversos estudios que se han realizado en diferentes partes del mundo como en Bélgica, durante el año de 1990, cuando al examinar inicialmente los daños traumatólogicos de los pacientes de diferentes instituciones de salud de aquel país con el ISS y el TS separadamente, se observó que de esta forma se ignoró un 42.4 por ciento de la población en estudio, en cambio al aplicar la metodología TRISS no ocurría tal cosa ya que se consideraron los sistemas anatómico-fisiológicos en forma conjunta. En 1994 en los Estados Unidos, se realizó un estudio con 4271 expedientes clínicos del área de pediatría, donde la edad de los pacientes oscilaba de uno a catorce años; se utilizó la metodología TRISS con los parámetros obtenidos del Major Trauma Outcome Study, con la finalidad de obtener la desviación estadística de los resultados cuando se analizaran los daños de los pacientes con un modelo creado para personas cuyas edades iban desde los doce años en adelante. El resultado obtenido fue muy interesante, ya que la diferencia en el valor predictivo no era significativa en los valores de sobrevivencia, situación que permite utilizar este modelo matemático en el análisis de las lesiones de cualquier persona no importando su edad.

Para 1995 se terminó en Australia un estudio, iniciado en 1992, cuya finalidad fue el de estudiar las muertes ocurridas en los caminos rurales de aquel continente, registrando sus causas, severidad de las lesiones al momento de la prehospitización y el manejo que se hizo de las víctimas con el propósito de analizar por medio de la metodología TRISS el comportamiento de los lesionados, encontrándose que de 51 personas que murieron, un 8 por ciento tenía más de un 50 por ciento de probabilidad de sobrevivir y de aquellas que inevitablemente

morirían según el diagnóstico realizado, un 11 por ciento hubiese sobrevivido si hubieran sido prehospitalizados oportunamente, lo cual muestra que la metodología TRISS puede ser de gran ayuda en aquellos casos cuando las lesiones son de gravedad y el paciente aparentemente morirá de forma irremediable.

En años recientes en nuestro país, se han realizado investigaciones sobre los diferentes tipos de lesiones y sus repercusiones en el organismo. Estos trabajos han sido emprendidos por grupos de médicos de diversas áreas del IMSS siguiendo principalmente dos direcciones. El primero de ellos, trabaja en la creación de listas de lesiones y sus repercusiones en el organismo, tratando de establecer una relación causal, mientras que el segundo grupo de investigación recopila datos de la condición de las personas lesionadas que llegan al área de urgencias traumatológicas utilizando la metodología TRISS, encontrando dificultades de tipo operativo, debido a que la mecánica de evaluación inicia con la identificación de las lesiones, para ser buscadas en las listas del IS y AIS, para posteriormente aplicar la ecuación de regresión logística. Este proceso es realizado manualmente, lo cual toma tanto tiempo que el médico de urgencias prefiere realizar la auscultación de la forma tradicional por razones obvias.

Aunque en nuestro país se están haciendo esfuerzos por aplicar metodologías analíticas de evaluación médica, esta área de investigación pasará de ser una simple curiosidad a ser una generadora de conocimiento, modelos y técnicas de evaluación imprescindibles que ofrecerán a los médicos mexicanos obtener más información sobre la condición general del paciente de manera rápida y confiable, la cual permitirá definir las prioridades de atención con el fin de salvar el mayor número de vidas.

## Capítulo II

### Regresión Logística y Métodos de Diagnóstico Médico.

*Palabras clave :* probabilidad, modelos matemáticos, regresión logística, cuantificación, metodología, variables binarias, descripción.

Las matemáticas, como un conocimiento sintético a priori, basado en las formas puras de la sensibilidad, han contribuido al desarrollo de la humanidad, ya que sin éstas, nuestro sistema de reglas, con las cuales entendemos la mecánica del universo no existirían. Las aportaciones a esta grandiosa ciencia que se inician con los Caldeos (*Hacia el III milenio A.C.*) pasando por los hindúes, los egipcios y los griegos en la época antigua y en la época moderna (s. XVI) que se inicia con Descartes, Newton, Leibnitz, Huygens, Bull, Cayley, Hamilton, Pascal, Desargues y otros importantes matemáticos que han existido y vivido para las matemáticas, han dado la posibilidad de que este conocimiento sea utilizado en todas las actividades en las que participa el hombre.

En este mundo, en el cual vivimos y vemos el comportamiento de la naturaleza a través de nuestros ojos; observamos una gran variedad de eventos en los cuales la aplicación del conocimiento matemático es inminente, ya que éstos tienen en sí variables que son cuantificables a las que se les puede asignar una función que los describa. Entre los eventos más comunes nos encontramos con aquellos que tienen sólo dos resultados cualitativos y que por lo tanto pueden ser representados por indicadores dicotómicos. Esta característica se conoció aun más cuando en la década de los 40's se realizaron estudios médicos en los Estados Unidos sobre las enfermedades que provocaban las muertes por infarto al miocardio en los ciudadanos de aquel país. Cuando los investigadores analizaban la relación de las variables que se consideraron en el estudio, se percataron que éstas podían tener valores binarios. Esta característica en las enfermedades analizadas, ofreció un nuevo campo de estudio para las matemáticas, ya que ésta podía describir ahora la condición de una población dado un tipo de enfermedad. El análisis de las variables involucradas en este tipo de acontecimientos mostró que era posible representar a éstos con funciones de probabilidad de manera aceptable para así cuantificar los daños físicos de las lesiones en estudio. Con este conocimiento adicional, los médicos encontraron que ya era posible conocer qué ocurriría con aquellos pacientes que presentarían lesiones (*si sobrevivirían o no a éstas*).

◆ Variables Dicotómicas.

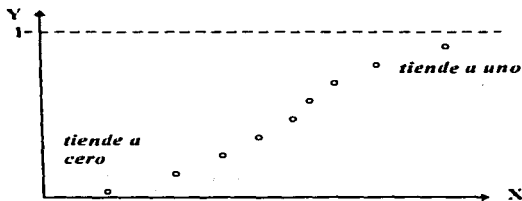
Si consideramos que la respuesta a un evento sólo puede ser una de dos posibles, entonces estamos ante un problema que puede ser descrito mediante una función que dependa de variables cuyos valores son binarios.

Planteado lo anterior, se considerará que en una función generalizada en la cual los resultados a obtener tienen una escala dicotómica, se define a la variable aleatoria  $Z$  de la siguiente manera:

$$Z = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

donde si  $Z=1$  entonces se obtuvo éxito, y si  $Z=0$  entonces no se obtuvo éxito. Las probabilidades de esta función estarán dadas por  $P(Z=1) = p$  y  $P(Z=0) = 1 - p$ ; donde  $p$  es el valor de probabilidad de éxito en el evento.

Cuando se trabaja con datos binarios que han sido agrupados, encontramos que el comportamiento promedio del evento cuando éste se presenta tiene un comportamiento sigmoideal como se muestra en la gráfica 1.



donde :

Y es la probabilidad de muerte coronaria  
X es la edad de las personas

Gráfica 1

Esta gráfica muestra el comportamiento de los casos que se presentaron en un estudio realizado en 1943, (ver Tabla 1) en el cual se analizaba la relación entre la edad con las muertes por infarto. Como se puede observar, conforme se incrementaba la edad de las personas (X), la probabilidad de muerte ( $Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ ,

donde  $y_i = \{0,1\}$ ) aumentaba.

Muertes Coronarias					
Edad	n	No $y_i=0$	Si $y_i=1$	(Y)	(X)
20-29	10	9	1	0.10	24.5
30-34	15	13	2	0.13	32.0
35-39	12	9	3	0.25	37.0
40-44	15	10	5	0.33	42.0
45-49	13	7	6	0.46	47.0
50-54	8	3	5	0.63	52.0
55-59	17	4	13	0.76	57.0
60-69	10	2	8	0.80	64.5
Total	100	57	43	0.43	

Tabla 1

Estudiando la Tabla 1, vemos que Y es la proporción que hay entre las personas que murieron en un intervalo dado de edad y X es la marca de clase en el intervalo de estudio.

La gráfica 1 es descrita por la función  $\pi(x) = \frac{\exp(\beta' X)}{1 + \exp(\beta' X)}$ , donde

$\beta' X$  es la recta de regresión lineal ( $\beta'$  es el vector transpuesto de las constantes de la ecuación y X es el vector de las variables consideradas en el estudio) que representa la media condicional la cual se interpreta como la frecuencia de muertes dada la edad en cada intervalo que se expresa de la siguiente forma:  $E(Y|X) = \beta' X$  (promedio de frecuencia relativa de muertes coronarias dada la edad), donde  $-\infty \leq X \leq \infty$  y  $0 \leq E(Y|X) \leq 1$ .

◆ La Familia de las Funciones Exponenciales.

Cuando los estudiosos de las matemáticas empezaron a analizar el comportamiento de los acontecimientos definiendo las causas y los efectos entre las variables presentes en el mismo, desarrollaron inicialmente modelos de regresión lineal que les permitían obtener de manera aproximada lo que ocurriría a futuro. Aunque el desarrollo de estos modelos fue un gran adelanto en la ciencia de la medición, no fue suficiente ya que muchos acontecimientos naturales no son lineales, siendo por este motivo, necesaria la creación de nuevas formas de evaluación, procurando siempre que éstas fueran lo más sencillas posibles y mejor aún, lineales.

Dado que el modelo de regresión lineal homocedástico tiene la forma  $y = \beta^T X + \varepsilon$  donde el ruido de la variable aleatorio  $\varepsilon$  se distribuye normalmente, así como  $y \sim N(0, \sigma^2)$ , es necesario modificar este esquema para que permita la descripción de sucesos no lineales. De aquí la necesidad de crear modelos lineales generalizados que son fundamentados con análisis estadísticos avanzados y la ayuda de programas de computadora que evalúan numéricamente el fenómeno en estudio bajo las siguientes situaciones :

1. Las variables de respuesta presentan distribuciones de probabilidad diferentes a la Normal.
2. La relación entre las variables de respuesta y las explicatorias no son necesariamente lineales.

Para lograr lo anterior se encontró una familia de distribución diferente a la normal que podía ser utilizada para este fin llamada *la familia de las funciones de distribución exponencial*; así mismo el uso de métodos numéricos avanzados ha permitido calcular los valores de los parámetros del evento en estudio.

La familia exponencial se da al considerar un conjunto de variables aleatorias  $Y$  (*discretas o continuas*) cuya función de probabilidad depende de un parámetro  $\Theta$ , y está dada por

$$f(y; \Theta) = s(y)t(\Theta) \exp\{a(y)b(\Theta)\} \dots \dots \dots (1)$$

donde  $a, b, s, t$  son funciones conocidas. Reescribiendo la función anterior obtendremos

$$f(y; \Theta) = \exp\{a(y)b(\Theta) + c(\Theta) + d(y)\} \dots \dots \dots (2)$$

donde si  $\ln(s(y)) = d(y)$ , entonces  $\exp(\ln(s(y))) = \exp(d(y))$ , por lo que tenemos que  $s(y) = \exp(d(y))$  y de igual forma sabemos que  $t(\Theta) = \exp(c(\Theta))$ .

Si  $a(y) = y$  entonces la distribución de la función (2) tendrá una forma canónica donde  $h(\Theta)$  es llamada el parámetro natural de la distribución. En el caso de que existieran parámetros adicionales a  $\Theta$ , éstos son considerados como parte de las funciones  $a, b, c, d$ , sin mayor problema (*algunas funciones de probabilidad que pertenecen a esta familia son la Poisson, Binomial y la Normal; que pueden ser escritas de forma canónica*).

◆ **Modelos Lineales Generalizados.**

Al ser necesario reajustar las funciones de regresión lineal para que puedan ser utilizadas en sucesos no lineales, se considerarán para nuestro trabajo los siguientes puntos

1. La distribución de cada variable aleatoria  $y, \in Y$  es de la forma canónica para un valor dado del parámetro  $\Theta$ , diferente para cada  $y$ ,

$$f(y, ; \Theta, ) = \exp\{y, b, (\Theta, ) + c, (\Theta, ) + d, (y, )\} \dots \dots \dots (3)$$

2. Las distribuciones de todas las  $y, 's$  son de la misma forma, así que los subíndices de  $b, c, d$  no son necesarios y así nuestra función queda expresada de la siguiente forma

$$f(y_1, \dots, y_n; \Theta_1, \dots, \Theta_n) = \exp\left(\sum_{i=1}^n y_i b(\Theta_i) + \sum_{i=1}^n c(\Theta_i) + \sum_{i=1}^n d(y_i)\right) \dots (4)$$

Para las especificaciones del modelo, los parámetros  $\Theta_i$ , por lo general no son de interés directo, ya que pueden ser uno por cada observación, lo que volvería muy engorroso en análisis del evento; es por esta razón que se decidió que éstos sean considerados como parte de la función.

• ¿Qué es la Regresión Logística?

Dados los antecedentes, podemos decir que la regresión logística es un modelo matemático por medio del cual podemos analizar el comportamiento de acontecimientos que tienen variables binarias cuya descripción está dada por el siguiente modelo lineal generalizado

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)} = \frac{\exp(\beta' \cdot X)}{1 + \exp(\beta' \cdot X)} \dots (5)$$

Ya que este modelo matemático tiene variables binarias, podemos considerar que la probabilidad de que ocurra el evento (*si se presenta o no la posibilidad de sobrevivir a la enfermedad*) puede ser expresado de la siguiente forma

$$P(Z = z_j) = p_j^{z_j} (1 - p_j)^{1 - z_j}, \text{ donde } z_j = \{0, 1\}$$

Si tenemos  $n$  variables aleatorias  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ , las cuales son independientes para  $P(Z_j = 1) = p_j$ , entonces la distribución conjunta tiene la siguiente expresión para  $j \geq 1$

$$P(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) = \prod_{j=1}^n p_j^{z_j} (1 - p_j)^{1 - z_j} \dots (6)$$

A continuación aplicamos el logaritmo a la ecuación anterior para conocer si ésta es un modelo lineal generalizado.



$$\begin{aligned}
 \ln \prod_{j=1}^n p_j^{z_j} (1-p_j)^{1-z_j} &= \sum_{j=1}^n \ln(p_j^{z_j}) + \sum_{j=1}^n \ln(1-p_j)^{1-z_j} \\
 &= \sum_{j=1}^n z_j \ln(p_j) + \sum_{j=1}^n (1-z_j) \ln(1-p_j) \\
 &= \sum_{j=1}^n z_j \ln(p_j) + \sum_{j=1}^n \ln(1-p_j) - \sum_{j=1}^n z_j \ln(1-p_j) \\
 &= \left( \sum_{j=1}^n z_j \ln(p_j) - \sum_{j=1}^n z_j \ln(1-p_j) \right) + \sum_{j=1}^n \ln(1-p_j) \\
 &= \sum_{j=1}^n z_j (\ln(p_j) - \ln(1-p_j)) + \sum_{j=1}^n \ln(1-p_j) \\
 &= \sum_{j=1}^n z_j \ln\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right) + \sum_{j=1}^n \ln(1-p_j)
 \end{aligned}$$

Aplicamos el antilogaritmo a la expresión obtenida tenemos que

$$\prod_{j=1}^n p_j^{z_j} (1-p_j)^{1-z_j} = \exp\left(\sum_{j=1}^n z_j \ln\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right) + \sum_{j=1}^n \ln(1-p_j)\right) \dots (7)$$

Como podemos observar, nuestra función pertenece a la familia de las exponenciales, lo cual muestra que éste es un modelo generalizado que tiene propiedades lineales, como se mostrará más adelante.

Ya que el modelo de regresión logística es un modelo generalizado para la variable aleatoria  $y_j$ , entonces el comportamiento promedio de la función está dado por una media con distribución Bernoulli

$$E(y_j) = p_j = \pi(x_j) \dots \dots \dots (8)$$

Así, debemos considerar que este modelo evalúa la media condicional de los subintervalos en la observación; por tal motivo la expresión (8) quedará de la siguiente forma:

$$E(Y|X) = \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \dots \dots \dots (9)$$

donde  $0 \leq E(Y|X) \leq 1$ ; ya definida la expresión condicional del modelo, procederemos a transformarla a una expresión más simple.

Dada la ecuación (9), le aplicamos una transformación logarítmica para simplificarla y así obtener lo siguiente

$$g(x) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)}\right) = \ln(\pi(x)) - \ln(1 - \pi(x))$$

Sustituyendo  $\pi(x)$  con la expresión (5) obtenemos

$$\begin{aligned} &= \ln\left(\frac{\exp(\beta'X)}{1 + \exp(\beta'X)}\right) - \ln\left(1 - \frac{\exp(\beta'X)}{1 + \exp(\beta'X)}\right) \\ &= \ln\left(\frac{\exp(\beta'X)}{1 + \exp(\beta'X)}\right) - \ln\left(\frac{1 + \exp(\beta'X) - \exp(\beta'X)}{1 + \exp(\beta'X)}\right) \\ &= \ln\left(\frac{\exp(\beta'X)}{1 + \exp(\beta'X)}\right) - \ln\left(\frac{1}{1 + \exp(\beta'X)}\right) \\ &= [\ln(\exp(\beta'X)) - \ln(1 + \exp(\beta'X))] - [\ln(1) - \ln(1 + \exp(\beta'X))] \\ &= \ln(\exp(\beta'X)) - \ln(1) \\ &= \beta'X \end{aligned}$$

Como podemos observar, hemos obtenido una ecuación lineal. Ésto es de importancia ya que gracias a la transformación que aplicamos,  $g(x)$  tiene muchas de las propiedades de un modelo de regresión lineal como son:

1. La función puede ser evaluada en el intervalo  $-\infty \leq x \leq +\infty$

2. Algunos o todos los parámetros de la ecuación pueden ser lineales así como continuos.

Aunque el modelo de regresión logística tiene propiedades de los modelos de regresión lineal; esto no significa que deba considerarse como tal, ya que la variable aleatoria  $\mathcal{E}$  es diferente. Es decir, en un modelo de regresión lineal homocedástico, la variable aleatoria  $\mathcal{E}$  se distribuye normalmente  $\{\mathcal{E}, -N(0, \sigma^2); \sigma^2 < \infty\}$ , además de considerar la totalidad de la muestra en estudio; entre tanto en el primer modelo, no se consideran todas las observaciones; sino aquellas que presentan la característica estudiada. Es por tal razón que el valor de  $\mathcal{E}_i$  varía según el valor  $X_i$  en la distribución logística, mientras que en el modelo de regresión lineal esta permanece constante. Para ver esto, calculemos la varianza de las variables dependientes para el modelo de regresión lineal  $y_i = \beta^t X + \mathcal{E}_i$ , donde  $y_i = \{0, 1\}$ .

$$\begin{aligned} \sigma^2(y_i) &= E\{(y_i - E\{y_i\})^2\} \\ &= (1 - p_i)^2 p_i + (0 - p_i)^2 (1 - p_i) \\ &= (1 - p_i)^2 p_i + p_i^2 (1 - p_i) \\ &= (1 - p_i) p_i \{(1 - p_i) + p_i\} \\ &= p_i (1 - p_i) \\ &= (E\{y_i\})(1 - E\{y_i\}) \end{aligned}$$

Analizando la varianza de  $\mathcal{E}_i$ , donde  $\mathcal{E}_i = y_i - \beta^t X$  o  $\mathcal{E}_i = y_i - \pi(x)$ , tenemos que:

Si  $y_i = 1$  entonces  $\mathcal{E}_i = 1 - \beta^t X$

Si  $y_i = 0$  entonces  $\mathcal{E}_i = -\beta^t X$

$$\begin{aligned}
 \sigma^2(\varepsilon_i) &= E\{(\varepsilon_i - E\{\varepsilon_i\})^2\} \\
 &= \{(1 - \beta^T X)^2 (\beta^T X)\} + \{(0 - \beta^T X)^2 (1 - \beta^T X)\} \\
 &= \{(1 - \beta^T X)^2 (\beta^T X)\} + \{(\beta^T X)^2 (1 - \beta^T X)\} \\
 &= \{(1 - \beta^T X)(\beta^T X)\} \{(1 - \beta^T X) + \beta^T X\} \\
 &= \beta^T X (1 - \beta^T X)
 \end{aligned}$$

Como  $\beta^T X = \pi(x_i) = p_i = E(y_i)$  y así encontramos que

$$\sigma^2(\varepsilon_i) = p_i(1 - p_i) = (E\{y_i\})(1 - E\{y_i\})$$

Como se puede observar  $\sigma^2(y_i)$  y  $\sigma^2(\varepsilon_i)$  son iguales, y en ambos casos las varianzas dependen de los valores que tome la variable independiente (*vector X*); en consecuencia  $\sigma^2(\varepsilon_i)$  diferirá en diferentes niveles de  $X_i$ . Con este nuevo conocimiento, podemos decir que no es adecuado tratar al modelo de regresión logística como un modelo de regresión lineal homocedástico. Las diferencias como las similitudes que tiene la distribución logística con respecto a la normal se resumen en el siguiente cuadro.

Distribución	Logística	Normal
Parámetros	$\beta, \in R$	$\mu \in R, \sigma^2 > 0$
Rango	$x, \in K$	$x, \in R$
Estimadores		
Media	$\hat{\mu} = \pi(X) = \frac{\exp(\beta'X)}{1 + \exp(\beta'X)}$	$\hat{\mu} = \bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$
Varianza	$\hat{\sigma}^2 = p, (1 - p,)$	$\hat{\sigma}^2 = S^2_{n-1}$

donde  $\pi(X)$  es la esperanza matemática de la probabilidad de sobrevivencia del paciente con la lesión traumatológica grave

Tabla 2

◆ El Método TRISS. Una Aplicación del Modelo de Regresión Logística.

El método TRISS se basa en el modelo de regresión logística, debido a que este último es un buen medio para el análisis de las relaciones entre las variables que se consideran en el estudio de lesiones traumatológicas, por la característica dicotómica de los elementos de análisis, este modelo ofrece una respuesta biológica al problema. Esto es, que el valor obtenido en los cálculos está íntimamente relacionado con la sobrevivencia o no del paciente de trauma, ya que se establece la relación entre las variables dependientes con las independientes de una forma sencilla. Así mismo, la estructura de la ecuación logística es de fácil uso, lo cual permite a aquellas personas poco entrenadas en el manejo de fórmulas una rápida aplicación de la misma para el análisis de las personas con trauma.

Es importante recordar que es responsabilidad de todo médico evaluar a los pacientes de trauma de forma integral para así dictaminar la condición de los mismos y el tratamiento adecuado para su recuperación. Bajo este mismo precepto deben de formularse los modelos matemáticos de aplicación médica, ya que de no ser así, éstos no reproducirían la realidad en la cual son útiles.

Así como los médicos, el modelo analítico que evalúe la condición de los pacientes con trauma debe considerar tres factores

1. Lesiones anatómicas
2. Respuestas fisiológicas
3. La edad del paciente con trauma

Estos tres parámetros de evaluación médica son contemplados en el método TRISS (*TRauma score and the Injury Severity Score*) permitiendo la valoración del paciente de trauma de una forma lo más completa posible. Es menester mencionar que este método de evaluación se apoya en dos sistemas de registro adicionales, los cuales son, el Trauma Score (TS), el Injury Severity Score (ISS), e introduce como variable explicatoria a la edad del paciente.

- **Trauma Score.**

El TS es un sistema de registro (*desarrollado en 1981 por Champion et al*) que permite a los médicos anotar las lesiones fisiológicas que una persona ha sufrido en un accidente y asignarles un valor numérico, para evaluarla desde un punto de vista analítico. Examinar las lesiones de esta forma tiene la finalidad de colocar al paciente en una regla de severidad fisiológica virtual para que el personal de salud pueda valorarlo y tener así una idea de su condición en ese momento, considerando cuatro parámetros a cuantificar: *Presión sistólica de la sangre, Llenado capilar, Tasa respiratoria y Expansión respiratoria*. Por otra parte el TS se complementa con la Escala de Coma de Glasgow, (Glasgow Coma Scale), la cual mide otras respuestas que la persona lesionada proporciona al momento de que es examinada por primera vez. Los puntos de evaluación que considera la GCS son tres *Respuesta motriz, Respuesta verbal y Apertura ocular*, que junto con los valores obtenidos en el TS permiten a los médicos complementar su diagnóstico que servirá en la toma de decisiones con oportunidad de la atención.

Aunque el TS como lo definió Champion es completo para evaluar las lesiones fisiológicas; cuando fue aplicado en los 23,000 pacientes del Major Trauma Outcome Study se encontró que no todos los puntos eran predecibles por la Metodología TRISS (*como la velocidad del llenado capilar o la expansión respiratoria*). Fue por tal motivo que se perfeccionó este método y se obtuvo el Trauma Score Revisado (Revised Trauma Score) el cual utiliza tres mediciones que permiten cuantificar de manera más sencilla la condición de los pacientes. La calificación de estos parámetros se multiplican por las constantes obtenidas en el estudio ya citado y posteriormente se sustituye en la fórmula del método TRISS.

A continuación se muestran en las tablas 3 y 4 los puntos que se consideran en el registro de las lesiones del TS y de la GCS respectivamente.

Trauma Score Revisado			
Parámetro	Frecuencia	Calificación	Constante
Frecuencia Respiratoria	10-29	4	0.2908
	>29	3	
	6-9	2	
	1-5	1	
	0	0	
Presión Arterial Sistólica	> 89	4	0.7326
	76-89	3	
	50-75	2	
	1-49	1	
	0	0	
Escala de Coma de Glasgow	13-15	4	0.9368
	9-12	3	
	6-8	2	
	4-5	1	
	3	0	

Tabla 3

Escala de Coma de Glasgow	
Parámetro	Calificación
<b>A</b> pertura de Ojos	
En forma espontánea	4
Por voz	3
Por dolor	2
No se presenta	1
<b>R</b> espuesta Verbal	
Orientada	5
Confusa	4
Uso de palabras inapropiadas	3
Con palabras incomprensibles	2
No se presenta	1
<b>R</b> espuesta Motriz	
Obedece a órdenes	6
Muy leve con dolor	5
Movimiento con dolor	4
Flexión con dolor	3
Extensión con dolor	2
No se presenta	1

Tabla 4

• **Injury Severity Score (ISS).**

El ISS (*creado por el Committee on Medical Aspects of Automotive Safety*) es un sistema que facilita el registro de las lesiones anatómicas, el cual divide al cuerpo humano en cuatro regiones de estudio *cabeza y cuello, tórax, abdomen, extremidades y pelvis*, las cuales son calificadas con las cinco primeras categorías de accidentes de la tabla AIS (*creada por el mismo comité*) basándose en las características de los daños en el mismo, con la finalidad de facilitar la inspección de los daños anatómicos desde un punto de vista matemático.

**Categoría de las Lesiones del Abbreviated Injury Scale (AIS)**

1. Menor
2. Moderada
3. Severa sin tratamiento
4. Severa con tratamiento y con posibilidades de sobrevivir
5. Crítica con posibilidades sobrevivencia incierta
6. Lesiones Fatales que están dentro de las primeras cinco categorías
  - 6.1. Una región del cuerpo tiene lesiones principalmente de código 3
  - 6.2. Quemaduras de diferente grado



- 6.3. Lesiones como (6.1) de código 4 o 5
- 6.4. Lesiones en dos regiones del cuerpo
- 6.5. Tres o más lesiones fatales
- 6.6. Incineración por fuego
- 6.7. Severidad desconocida
- 6.8. Se desconoce la existencia de la lesión

La aplicación del ISS funciona de manera muy simple. Hay que localizar las tres lesiones más graves (*Tabla 5*) en el paciente y asignarles la calificación correspondiente; realizado lo anterior, se elevan al cuadrado y se suman (*el valor obtenido se aplica directamente en el método TRISS*). Este cálculo provocó una mejora considerable en el sistema con respecto a los resultados obtenidos por el AIS (*el cual sólo tomaba los valores de la tabla y los sumaba*), como lo demostraron los estudios que Bull realizó en 1961 en el Birminham Accident Hospital en Inglaterra con 1333 pacientes y en los Estados Unidos Baker lo utilizó con 2128 personas en el Baltimore Hospital.

Lesiones Menores	Calificación
<p><b>General :</b> Dolores en todo el cuerpo. Laceraciones menores. Contusiones y quemaduras de primero, segundo y tercer grado.</p> <p><b>Cabeza y Cuello :</b> Lesiones cerebrales con dolor. Dolores de cabeza. Sin pérdida de la conciencia. Quemaduras y contusiones en la región de los ojos; ojos vidriosos o hemorragia en la retina. Fractura o dislocación en los pies.</p> <p><b>Tórax :</b> Dolor muscular o presencia de rigidez en la pared del pecho</p> <p><b>Abdomen :</b> Dolor muscular. Presencia de quemaduras en la cintura, etc.</p> <p><b>Extremidades :</b> Torceduras y fracturas menores. Dislocaciones en los dedos</p>	<p>1</p>
Lesiones Moderadas	Calificación
<p><b>General :</b> Contusiones extensivas, quemaduras, grandes laceraciones, avulsiones (menores de 3 pulgadas)</p> <p><b>Cabeza y Cuello :</b> Lesiones cerebrales con o sin presencia de lesiones de fractura de cráneo. El paciente estuvo 15 minutos inconciente. Presencia de fracturas en el cráneo y rostro. Laceraciones en los ojos y apéndices. Laceraciones desfigurantes.</p> <p><b>Tórax :</b> Fracturas simples de costilla o externas. Contusiones mayores en la pared pecho o sin una desconexión respiratoria de hemotórax o pneumotórax</p> <p><b>Abdomen :</b> Contusiones mayores en la pared del abdomen</p> <p><b>Extremidades :</b> Acompañamiento de fracturas en los dedos. Fracturas del fémur o de la pelvis. Torceduras mayores en las uniones de los huesos.</p>	<p>2</p>
Lesiones Severas (sin posibilidades de sobrevivir)	Calificación
<p><b>General :</b> Contusiones múltiples. Grandes laceraciones que involucran más de dos extremidades. Avulsiones mayores de 3 pulgadas. Quemaduras de segundo y tercer grado en un 20% a 30% de la superficie del cuerpo.</p> <p><b>Cabeza y Cuello :</b> Lesiones cerebrales con o sin fractura de cráneo. Pérdida de la conciencia por más de 15 minutos, con signos neurológicos graves. Amnesia posttraumática menor de 3 horas.</p> <p><b>Tórax :</b> Fracturas múltiples en las costillas sin problemas para respirar. Presencia de Hemotórax o Pneumotórax. Ruptura del diafragma. Contusiones en los pulmones.</p> <p><b>Abdomen :</b> Contusiones de los órganos abdominales. Ruptura extraperitoneal en la vesícula biliar. Hemorragia retroperitoneal. Avulsiones en la uretra. Fracturas torácicas o en la espina lumbar sin lesiones neurológicas.</p> <p><b>Extremidades :</b> Lesión simple del pulmón y/o Fracturas múltiples en pies y manos. Fractura simple del fémur. Fractura pélvica sin dislocación. Dislocación de las uniones mayores. Amputación múltiple de los dedos. Laceraciones de mayores en los nervios o vasos de las extremidades.</p>	<p>3</p>

Tabla 5

Lesiones Severas (con Posibilidades de Supervivencia)	Calificación
<p><b>General :</b> Laceraciones severas y/o avulsiones con peligrosas hemorragias. Quemaduras de segundo y tercer grado del 30% al 50% del cuerpo.</p> <p><b>Cabeza y Cuello :</b> Lesiones cerebrales con o sin fractura de cráneo. Pérdida de la conciencia por más de 15 minutos. Presencia anormal en signos neurológicos. Amnesia postraumática de 3 a 12 horas.</p> <p><b>Tórax :</b> Pecho abierto por heridas. Contusión miocárdial con la suspensión del flujo sanguíneo. Lesiones pericardiales. Agitación en el pecho.</p> <p><b>Abdomen :</b> Laceración menor interiores en vasos, riñones y páncreas. Ruptura intraperitoneal. Avulsiones de los genitales. Fracturas en tórax y/o espina lumbar acompañada de paraplejía.</p> <p><b>Extremidades :</b> Fracturas múltiples del fémur . Amputación de algún miembro.</p>	<p>4</p>
<p><b>Estado Crítico (Se Desconocen las Posibilidades de Supervivir)</b></p>	<p>Calificación</p>
<p><b>General :</b> Alrededor del 50% del cuerpo tiene quemaduras de segundo y tercer grado.</p> <p><b>Cabeza y Cuello :</b> Lesiones cerebrales con o sin fractura de cráneo. Pérdida de la conciencia por más de 24 horas. Amnesia postraumática por más de 12 horas. Hemorragias intracraniales. Aumento de la presión intracraneal decreciendo el nivel de conciencia. Presencia de cuadruplejía. Obstrucción en las vías respiratorias.</p> <p><b>Tórax :</b> Lesiones en el pecho con muchas molestias (laceraciones de tráquea, hemomediastino, etc.). Laceración aórtica. Ruptura miocárdial o contusiones con la suspensión de la circulación.</p> <p><b>Abdomen :</b> Ruptura, avulsiones o laceraciones severas en los vasos del abdomen u órganos, excepto en riñón, bazo o uretra.</p> <p><b>Extremidades :</b> Fracturas múltiples en los miembros</p>	<p>5</p>

Tabla 5 (continuación)

• **La Edad del Paciente con Trauma.**

El factor edad en el análisis de los pacientes con lesiones traumatológicas, tomó importancia gracias al análisis de los casos médicos recopilados en el Major Trauma Outcome Study, puesto que dio a conocer que la relación cardiovascular está asociada con la edad para el cálculo de la probabilidad de sobrevivencia; la cual ha sido documentada en la literatura médica (*Bull. J.P. The Injury Severity Score of road traffic casualties in relation to mortality, time of death, hospital treatment time and disability. Accid. Anal. Prev. 7:249-255, 1975 y Stoner, H.B.,*

Barton, R.N., Little, R.A., et al.: *Measuring the severity of injury*. Br. Med. J., 2:1247-1249, 1977). Cuando se realizó este estudio que evaluó a 23000 pacientes con lesiones anatómicas y fisiológicas severas en Inglaterra, Canadá y los Estados Unidos se registró que las personas que tenían 55 años o mayores presentaban un incremento en la mortandad con respecto a las personas que eran menores a esta edad. Cuando estos datos fueron evaluados con el ISS se obtuvo que los primeros mostraban un 40 por ciento de posibilidad de morir, en cambio los otros tan sólo alcanzaron el 10 por ciento, lo cual indicó a los investigadores que el método TRISS debería de considerar a la edad como un factor importante en la evaluación de los pacientes de trauma.

Cabe mencionar que el trauma puede ser producido por un arma punzo cortante lo cual implica que la piel sea abierta; o bien, que la lesión sea penetrante sin haberse ragado la piel siquiera un poco.

◆ **Fórmula del Método TRISS.**

El método TRISS como una aplicación del modelo de regresión logística está dado por la función

$$\pi (TS, ISS, Edad) = \frac{1}{1 + \exp\{\beta_0 + \beta_1 (TS) + \beta_2 (ISS) + \beta_3 (Edad)\}}$$

donde intervienen los valores del TS, ISS y de la edad (si el paciente tiene 55 años o más, entonces la Edad = 1; de lo contrario Edad = 0).

Los parámetros utilizados en este método, son los que se obtuvieron en el Major Trauma Outcome Study; por ser éste el estudio más completo sobre lesiones traumatológicas en todo el mundo (Carl, R.B., Mary Ann Tolson, et al., *Evaluating Trauma Care: The TRISS Method, Critical Care Medicine, Vol.27 No.4, Pg.373, 1987*)

Constantes a utilizar en el Método TRISS				
Tipo de Lesión	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Contusa	-1.2470	0.9544	-0.0768	-1.9052
Penetrante	-0.6029	1.1430	-0.1516	-2.6676

Tabla 6

◆ Estimación de los Parámetros que Utiliza el Método TRISS.

Para encontrar los valores de las constantes empleadas en el método TRISS, se utiliza principalmente el método de *Máxima Verosimilitud (Maximum likelihood)* exclusivamente en modelos lineales generalizados. Este método supone que  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  son variables aleatorias con función de probabilidad conjunta

$$f(y_1, y_2, \dots, y_n; \Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_p)$$

que depende del valor de cada parámetro  $\Theta_1, \dots, \Theta_p$ . Para simplificar se denota:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \text{ por } y \quad \text{ y } \quad \begin{pmatrix} \Theta_1 \\ \vdots \\ \Theta_p \end{pmatrix} \text{ por } \Theta$$

así que la función de densidad de probabilidad se denota por  $f(y; \Theta)$ .

La función de probabilidad  $L(\Theta; y)$  es algebraicamente igual a  $f(y; \Theta)$ , pero el cambio en la notación refleja un intercambio de la variable aleatoria  $y$  con  $\Theta$  y del parámetro  $\Theta$  con  $y$ . Utilizando el espacio paramétrico  $\Omega$  que denota todos los valores posibles del parámetro  $\Theta$ . El estimador de máxima verosimilitud de  $\Theta$  es el valor  $\hat{\Theta}$  el cual maximiza los valores de la función; esto es:

$$L(\hat{\Theta} : y) \geq L(\Theta : y) \text{ para cada } \Theta \text{ en } \Omega$$

En forma equivalente  $\hat{\Theta}$  es el valor que maximiza el logaritmo de la función de probabilidad  $l(\Theta : y) = \log(L(\Theta : y))$ . Así  $l(\hat{\Theta} : y) \geq l(\Theta : y)$  para toda  $\Theta$  en  $\Omega$ .

El valor de  $\hat{\Theta}$  es obtenido si diferenciamos el logaritmo de la función de probabilidad con respecto a cada una de las  $\Theta_j$ , de  $\Theta$  y resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\frac{\partial l(\Theta : y)}{\partial \Theta_j} = 0 \text{ para } j = 1, \dots, p$$

Es necesario que se obtengan los valores máximos que pueda proporcionar el sistema de ecuaciones; es por tal razón que la solución debe ser obtenida de la expresión:

$$\frac{\partial^2 l(\Theta : y)}{\partial \Theta_j \partial \Theta_k} = 0$$

Ya que en los modelos lineales generalizados los valores de los parámetros son considerados como parte de la función, entonces la expresión anterior queda de la siguiente forma:

$$\frac{\partial^2 l(\Theta : y)}{\partial \Theta^2} = 0$$

Debido a la complejidad del sistema de ecuaciones a resolver, se utilizan métodos numéricos para obtener la aproximación a su solución. Por lo general se emplea el método de Newton-Raphson, que consiste en encontrar las raíces de la función bajo estudio utilizando la primera y segunda derivadas de la misma  $(x_{i+1} = x_i - \left\{ \frac{f'(x_i)}{f''(x_i)} \right\}, \text{ donde } f''(x_i) \neq 0)$ . Finalizadas las iteraciones del método numérico, se sustituyen los valores obtenidos en el función de regresión logística del método TRISS, para calcular la probabilidad de sobrevivencia de

aquellas personas que han sufrido lesiones traumatológicas graves y hacerla del conocimiento del personal de salud que las atiende.

## Capítulo III

### "TRAUMAC". El auxiliar virtual del médico del área de urgencias traumatológicas.

*Palabras clave : Necesidades médicas, almacenamiento de información, diseño de base de datos, interfase, lenguaje de programación.*

El personal de salud del área de urgencias traumatológicas, recibe a las personas que han sufrido lesiones a causa de un accidente, practica en ellas la evaluación médica de los daños anatómicos y fisiológicos sufridos auscultándolas y registrando los signos vitales del paciente; estos datos son analizados por los médicos, considerando su conocimiento, experiencia en el área de trauma y opiniones de colegas, para emitir un diagnóstico de la severidad de las lesiones y sus repercusiones en la salud del paciente con el fin de ofrecer un tratamiento o terapia que le devuelva lo más pronto posible la salud.

Aunque los servicios médicos en el área de traumatología que presta el Hospital de Urgencias Traumatológicas de Tercer Nivel de Atención Médica de la Delegación Tres Suroeste del Distrito Federal perteneciente al IMSS se realizan con todo profesionalismo, hay ocasiones en que el personal de salud necesita más información acerca de la condición general del paciente, para determinar las prioridades de atención que deben aplicarse en un momento determinado. Por tal razón se requiere de una herramienta que permita de manera sencilla y oportuna cuantificar la estabilidad anatómica y fisiológica de los pacientes, calcular las probabilidades de sobrevivencia para identificar a aquellos que se encuentran en peligro de perder la vida.

Ante este menester, se ofrece el desarrollo de un programa que permita registrar fácilmente la condición de los pacientes con lesiones traumatológicas graves, calcular su probabilidad de sobrevivencia utilizando la metodología TRISS, con el fin de coadyuvar al personal de salud en establecer las prioridades de atención, así como el almacenamiento de los datos obtenidos para su posterior análisis por el personal de salud.



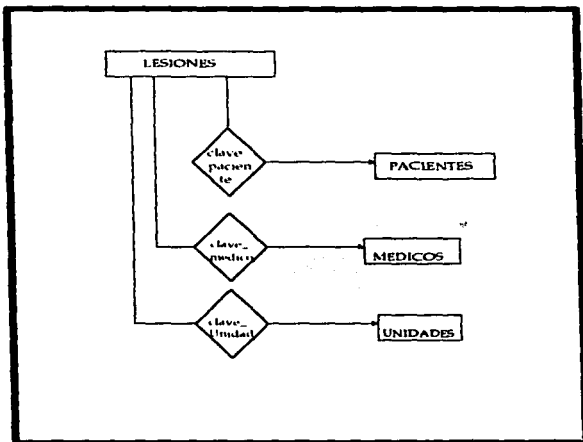
◆ **Diseño de la Base de Datos.**

Para crear nuestro programa, es muy importante conocer cuáles son los datos que necesitan los médicos para definir la condición anatómico-fisiológica de la persona en evaluación debido a que el software se diseñará en función de éstos. Con este criterio, se estudiará la mejor forma de almacenar los datos para poder trabajar con ellos sin ningún problema, lo cual implica diseñar los archivos de datos de tal forma que su consulta y actualización sean lo más sencillos posibles y para ello se diseñará una base de datos relacional, que nos permitirá lograr este objetivo.

◆ **Definición de las Entidades dentro de la Base de Datos.**

La base de datos que utilizará nuestro programa constará de cuatro tablas, las cuales contendrán la información relevante de cada persona a evaluar por el programa, la cual consiste en las calificaciones de los daños anatómicos y fisiológicos necesarias para calcular la probabilidad de sobrevivencia y la forma en que las lesiones fueron producidas (LESIONES); por otra parte, se contemplará la información general del mismo; del médico que lo atendió y al lugar hacia donde se le transfirió después de haber sido atendido en la sala de urgencias traumatológicas (PACIENTES, MEDICOS, UNIDADES) con la finalidad de documentar los valores almacenados en la tabla de lesiones. Si se deseara conocer aún más acerca de estas entidades, se puede consultar el diccionario de datos el cual se encuentra en el Anexo II de este trabajo.

Definidas las entidades que tendrá la base de datos, necesitamos establecer las relaciones que mantendrán entre sí, con el propósito de conocer los campos que hay en común entre las diferentes tablas. A continuación se muestra el esquema del diseño de la base de datos, con sus relaciones y cardinalidades para cada entidad.



Como podemos ver, todas la entidades, indicadas con el rectángulo, están conectadas a la entidad LESIONES; esto se debe a que esta tabla es el eje de todo el sistema. Los rombos son los campos en común entre las entidades.

El sentido de las flecha nos indica la cardinalidad que hay entre las tablas. La forma en que debe leerse se explica con el siguiente ejemplo : La cardinalidad que hay entre la tabla de LESIONES y la de PACIENTES es de muchos a una; ya que muchas lesiones pueden pertenecer a un paciente; o bien, un paciente puede tener muchas lesiones. Otro ejemplo es entre LESIONES y MEDICOS, ya que un médico puede evaluar muchas lesiones; o bien, muchas lesiones pueden ser evaluadas por un médico.

◆ **Consideraciones en el diseño de interfaces en el ambiente Windows.**

El diseño y desarrollo de software es una de las actividades más apasionantes en las que puede participar el hombre, ya que se entra en una dinámica donde se busca que una persona interactúe con una máquina de forma tal, que la primera proporcione los datos a procesar y la segunda muestre el o los resultados de los cálculos de forma inteligible para la primera. Esta relación que el hombre contemporáneo tiene con una creación suya, ofrece a los desarrolladores el reto de crear interfaces que permitan a los usuarios comunicarse con la computadora de la mejor forma posible.

En la búsqueda por crear interfaces que permitan una interacción fácil y amigable con los usuarios, es necesario trabajar en un ambiente que nos ofrezca la mayor libertad en el diseño de los elementos que conformarán nuestras formas de captura y presentación de datos e información. Puesto que parte de este trabajo es crear un programa con una interfase amigable, se consideró que el ambiente de trabajo ideal es Windows, ya que este sistema operativo, Windows 95, ofrece a los desarrolladores de aplicaciones en PC un ambiente gráfico que facilita el logro de este objetivo.

Para diseñar las formas de captura y presentación de información en ambientes gráficos, enumeraremos las reglas para el desarrollo de interfaces establecidos por primera vez por Apple Computer Inc. para el desarrollo del sistema operativo de los equipos Macintosh. Microsoft por su parte, los tomó para el desarrollo de Windows y demás programas de aplicación que esta compañía ha desarrollado para esta plataforma.

1. **Direct Manipulation.** Consiste en aplicar una acción física a cualquier elemento (objeto virtual) dibujado en el monitor de la computadora. Esto permite a los usuarios sentir que tienen el control directo de los objetos; por ejemplo, tomar un folder y ponerlo en cualquier parte de la pantalla, tomar un texto y ponerlo en cualquier lugar dentro del mismo documento o en otro.
2. **See & Point.** Puesto que los usuarios realizan su trabajo en el desktop, cubierta del escritorio, deben ver en el monitor lo que están haciendo, así como lo que están apuntado con el mouse. Es decir, si el usuario selecciona un objeto que le interesa, como el botón de cancelar los cambios realizados y hacer un click sobre él, la computadora deberá realizar la acción que el objeto presume en su dibujo; a esto se le conoce como *di el nombre y ejecuta el verbo*. Así también, los usuarios deben poder arrastrar un objeto y depositarlo dentro de otro, como tomar un

archivo, arrastrarlo por la pantalla para depositarlo en el cesto de basura "trash basket".

3. **Consistency.** Esta característica permite a las personas transferir su conocimiento y experiencias de una aplicación a cualquier otra cuando hay similitudes en éstas, ofreciendo los siguientes beneficios:
  - Las personas aprenden y reconocen fácilmente el lenguaje gráfico de la interfase.
  - Las personas aprenden cómo hacer las cosas con sólo apuntar los objetos con el cursor del mouse y hacer uno o dos clics sobre éstos.
4. **WYSIWYG (What You See Is What You Get).** Los iconos no deben mostrarse u ocultarse de la aplicación utilizando comandos abstractos, por ejemplo CTRL+X, ya que debe utilizarse el mouse como una extensión de la mano dentro de la computadora. En caso de que sea necesario hacerlo, se debe decir al usuario como accesarlos.
5. **User Control.** Los usuarios inician las acciones en un programa y no la computadora, con el propósito de hacerles sentir que están trabajando y que en el supuesto de que cometan algún error, el sistema los prevendrá en aquellos casos donde puedan destruir información a través de mensajes de advertencia, donde él o ella determinará la acción a seguir.
6. **Feedback & Dialog.** Cuando los usuarios realizan una acción, deben recibir señales visuales, sonoras o ambas cuando estén realizando una labor de captura con la finalidad de mantenerles informados sobre la condición de la misma. Si la aplicación no responde a la entrada de datos, se le debe informar al usuario que está pasando y cuales son las acciones a seguir para restablecer el correcto funcionamiento del programa.
7. **Forgiveness.** Las acciones en la computadora son generalmente reversibles, puesto que las personas deben sentir que pueden trabajar con la seguridad de que no dañaran el sistema. Cuando el software muestra frecuentemente mensajes de alerta, éstos son un buen indicador de que algo está mal en el diseño del programa.
8. **Perceived Stability.** Necesitamos ofrecer a los usuarios un software cuyas características deben ser:
  - Familiar en su uso, ya que su presentación y funcionamiento son similares a las de otros productos desarrollados para Windows.
  - Predecible en su funcionamiento, ya que una orden debe ser realizada tal y como se le indicó al programa.
  - Entendible, ya que un programa que sea muy complejo en su uso, por lo general no es utilizado.
  - Interfase clara, la cual contenga los elementos necesarios para realizar el trabajo.

9. *Aesthetic Integrity*. La información presentada debe estar bien organizada y ser consistente con los principios del diseño visual. Esto significa que las cosas deben lucir bien en el monitor (la tecnología de éste debe ser de alta resolución para lograr una buena presentación de los objetos en los ambientes gráficos). No es recomendable usar imágenes arbitrarias para representar conceptos; ya que cuando se adicionan gráficos no estandarizados a los menús, cajas de diálogo u otros elementos, su significado puede ser claro para el desarrollador, pero no así para los usuarios finales, ya que éstos pueden interpretar estos símbolos de otra forma.
10. *Madelessness*. La computadora debe tomar el control de los procesos cuando estos inician, dando a los usuarios únicamente la opción de suspenderlos.
11. *Accessability*. El software de aplicación debe ser lo más accesible posible para cualquier persona que desee utilizarlo. Esto nos fuerza a pensar en el usuario final, los médicos del área de urgencias traumatológicas del hospital, ya que en base a esta información, debemos considerar:
  - Los diferentes escenarios que describan un día típico de trabajo.
  - Las limitaciones con las cuales los usuarios se enfrentan día con día en su trabajo.
  - El análisis de los pasos necesarios para completar cada tarea y anticipar las acciones de los usuarios cuando éstos trabajen con el programa.
  - El conocimiento con que cuenta el usuario al momento de utilizar el programa, así como el idioma que utiliza.
  - Las necesidades que el usuario desea resolver con la computadora.
  - Hacer el manejo del programa algo sencillo y accesible para cualquier persona alrededor del mundo

◆ Software que se utilizará para el desarrollo del programa.

La creación de programas para computadoras va de la mano con el desarrollo de las herramientas de software, ya que conforme estas avanzan, es posible crear software novedoso. Dado que la plataforma de desarrollo es Windows, es necesario escoger las herramientas que nos permitan crear un producto rápidamente. Entre los lenguajes de programación que hay actualmente en el mercado de software, se encuentra Visual Basic, que es una combinación de herramientas visuales que pueden ser combinadas y contener código escrito en el lenguaje Basic. Por otra parte, este sistema de desarrollo se caracteriza principalmente por estar basado en la programación por eventos, lo cual significa que el código del programa está contenido dentro de los diferentes objetos que

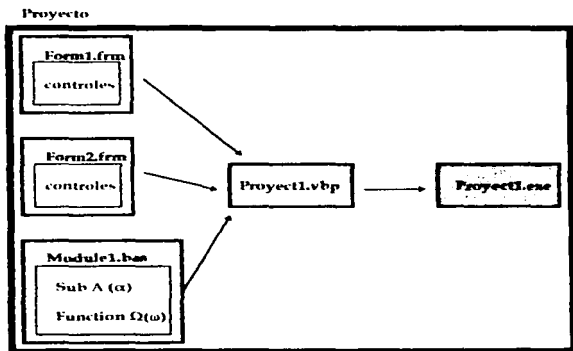
conforman el proyecto; así que cuando uno de éstos tiene el foco, la computadora realiza las instrucciones contenidas en éste, forzando al programador a no pensar en una ejecución lineal del programa, sino que debe considerar las posibles acciones del usuario frente a la computadora, dado que el flujo del programa es definido por aquél. Esto hace que los programas desarrollados en Windows sea muy flexible en su ejecución, y laboriosos en su desarrollo.

Los programas desarrollados en Visual Basic constan de cuatro partes básicas, las cuales se describen a continuación:

1. **Proyecto:** Todo lo que forma parte de un programa (formas y controles). Los elementos de un proyecto pueden grabarse en diferentes archivos VBP, (Visual Basic Project para la versión 4.0).
2. **Formas:** Es cada una de las ventanas que componen un proyecto, las cuales se registran en archivos diferentes, lo cual permite compartirlas en diferentes proyectos propiciando así la reusabilidad de código.
3. **Controles:** Son los objetos dentro de las formas que muestran y reciben la información del usuario.
4. **Módulos:** Es el conjunto de rutinas y constantes que se utilizarán por diferentes programas. Se pueden agrupar en procedimientos, son sectores de programas que ejecutan alguna tarea, o en funciones, a diferencia de los procedimientos, estas devuelven un valor.

Para un mejor entendimiento de la interacción entre los diferentes elementos que conforman un programa en Visual Basic, se muestra a continuación un esquema en donde se establecen sus relaciones.

Esquema de la Estructura de un Programa en Visual Basic



Para el manejo de los datos se ha escogido a MSAccess (Microsoft Access ver. 2.0) como el manejador de base de datos (DBMS) por las siguientes razones:

1. Es un manejador de bases de datos relacional (RDBMS) que permite diseñar rápidamente las tablas, facilitando la definición de las relaciones entre las entidades en forma.
2. Las bases de datos creadas en MSAccess pueden ser manejadas desde Visual Basic por medio del Jet Engine, software integrado en el paquete de desarrollo, o con DAO (Data Access Object) los cuales facilitan la conexión del programa, Front-End, con las tablas del RDBMS, Back-End.
3. MSAccess tiene un diccionario de datos, en el cual puede establecer:
  - El tipo de dato primitivo para cada tupla.
  - Establecer una máscara de captura.
  - Documentar la finalidad del campo dentro de la entidad
  - Definir los valores por default.
  - Reglas de validación de datos antes de ser almacenados en la tupla.
  - Definir si es necesario que sea o no llenado el campo.
  - Establecer si la tupla será tendrá un índice duplicable o no; o bien,

si ésta será una llave primaria.

◆ **Comentarios Sobre el Capítulo.**

El desarrollador de aplicaciones, es el interlocutor entre el hombre y la computadora, ya que éste, entiende el idioma del primero así como lenguaje del segundo. Este conocimiento le permite comunicarse con las personas que tienen la necesidad de procesar datos conociendo sus necesidades, con la finalidad de plasmar la solución en el código de un programa para computadora. En este capítulo, se ha expuesto, la necesidad que tienen los médicos del área de urgencias traumatológicas para evaluar rápidamente a los pacientes lesionados que se encuentran en estado crítico, con el propósito de conocer la condición de cada uno de éstos y así determinar las prioridades de atención para salvar el mayor número de vidas. Ésto puede lograrse por medio de un programa para computadoras PC, que calcula la probabilidad de sobrevivencia de cada paciente prontamente, para que así el médico tenga más tiempo para tomar la mejor decisión sobre la terapia a aplicar. Por otra parte, se pensó que los datos de las lesiones de los pacientes, deberían ser almacenados, ya que éstos, permitirá a futuro realizar análisis del comportamiento del cuerpo al tener determinadas lesiones a fin de mejorar aún más los servicios de salud prestados por el IMSS, así como el posible desarrollo de modelos matemáticos para esta área de la medicina, pero pensados por y para los mexicanos.

El análisis y diseño de un programa, está basado en gran medida en el conocimiento de los datos que va a manipular, ya que el primero es consecuencia de lo segundo. Entendido ésto y conociendo los datos con los cuales se trabajarán, procedemos a diseñar la base de datos, tratando siempre que la redundancia entre las tablas sea mínima. La selección del manejador de la base de datos, así como del lenguaje de programación a utilizar, son decisiones importantes, ya que si se toman a la ligera, podríamos tener limitaciones al momento del desarrollo; es decir, si en lugar de utilizar Visual Basic y MSAccess, se hubiera escogido Cobol, tendríamos cierta *facilidad* para el manejo de los datos, pero la interfase con el usuario no sería tan amigable como nos lo ofrece Visual Basic; además, Cobol maneja archivos planos, como lo hace Visual Basic, ya que no es un manejador de bases de datos; aunque claro, podemos combinarlo con alguno como Btrieve o SQL, pero caeríamos en el dilema de realizar nuestro programa con muchas líneas de código fuente innecesariamente.

El criterio utilizado para la selección de Visual Basic y Access como herramientas de desarrollo, está basado principalmente en que éstos están desarrollados para trabajar en el ambiente Windows, así también, las interfaces que nos presentan facilitan el desarrollo de nuestro programa y el producto final será



algo que además de funcional, tenga una buena presentación ante los médicos que lo utilizarán.

## Conclusiones

La habilidad para contar y organizar un conjunto de datos que pueden ser plasmados simbólicamente, crean un vínculo que permite al hombre, abstraer la realidad que le rodea y entenderla, a través de estas representaciones que tienen un significado específico. Bajo este principio fundamental con el cual inició la matemática hace cinco mil años, podemos utilizarlo para cuantificar las lesiones traumatológicas, abriendo un nuevo campo de estudio en México, el cual permitirá ampliar el panorama del medico al ofrecerle un valor de probabilidad de sobrevivencia que describa en términos generales la condición anatómico-fisiológica del paciente al que está atendiendo.

TRAUMAC se propone al personal de salud del área de urgencias traumatológicas como una herramienta que ofrece las siguientes ventajas :

- El personal de salud puede contar con un indicador estadístico que agilice el diagnóstico y permita a los médicos definir las prioridades de atención cuando el momento y las circunstancias así requieran.
- Capturar rápidamente los daños críticos que el paciente tiene por medio de ventanas, donde se registren las lesiones anatómicas y fisiológicas de regiones particulares del cuerpo.
- Obtener la probabilidad de sobrevivencia al terminar de capturar las lesiones y signos vitales del paciente rápidamente, ya que TRAUMAC tomará las calificaciones asignadas a cada uno de los daños y los procesará en menos de un segundo.
- Almacenar en la base de datos las calificaciones que se hubiesen asignado a cada una de las lesiones graves que el paciente presentó para ser analizadas posteriormente por los especialistas del área de traumatología y determinar si la severidad de estas eran un factor importante en el cálculo de la probabilidad de sobrevivencia.
- Consultar fácilmente los expedientes que han sido previamente registrados, ya que el diseño de la interfase del programa y el de base de datos así lo permiten.
- Al contar TRAUMAC con elementos multimedia, se convierte en un programa amigable, ya que avisa al usuario de las acciones o errores que pueda cometer por medio de señales visuales y sonoras.

Las ventajas citadas, son el resultado de pensar en este programa como una herramienta que auxilia al médico del área de urgencias traumatológicas, la cual no tiene el fin de reemplazar al especialista, ya que el valor de probabilidad que TRAUMAC ofrece, únicamente complementa el diagnóstico del galeno sin pretender sustituirlo, siendo éste punto el objetivo principal del programa.

En este momento TRAUMAC está limitado para trabajar en un ambiente monousuario, situación que puede remediarse con tan sólo definir la dirección del servidor de la base de datos para que el programa trabaje en un ambiente multiusuario, cuando la situación así lo permita.

A lo largo de este trabajo, advertí que un mexicano con una buena educación en el área de ciencias básicas e ingeniería y con el deseo de trabajar en un marco multidisciplinario, puede proveer herramientas que agilicen la solución de los problemas que son comunes a toda sociedad, a fin de coadyuvar en el bienestar de la humanidad; así también, ofrecer en México soluciones profesionales que compitan con las extranjeras en calidad y eficiencia tanto a nivel nacional como internacional. Permitiendo que nuestro país pueda verdaderamente despegar como potencia económica al contar con profesionistas bien educados y con el deseo de competir para ganar ante las actuales condiciones económicas mundiales, que requieren de soluciones efectivas a bajo costo, siendo en este punto donde el Licenciado en Matemáticas Aplicadas y Computación no debe en ningún momento dejar de luchar por alcanzar este fin, ya que con la formación que éste tiene puede ser una pieza clave para que en el próximo milenio se hable de México como un país de triunfadores.

## Vocabulario.

### A.

**abrasión.** Simple rozadura. Lesión superficializima de la piel y de la mucosa, no seguida de pérdida sanguínea y producida por un trauma que incide tangencialmente en la superficie de nuestro cuerpo. El médico la provoca voluntariamente con una lanceta para proceder a la colocación de una gota de vacuna antivariólica sobre la superficie de abrasión.

**AIS.** Abbreviates Injury Scale.

**amputación.** Extirpación o separación de una extremidad entera superior o inferior o de una porción de la misma.

**APACHE.** Acute Physiology And Chronic Health Evaluation.

**apertura del ojo.** Es la reacción del ojo al parpadear bajo un ritmo el cual indica la actividad cerebral en el momento de la evaluación.

**a priori.** (loc. lat. que significa, por lo que precede). Dicese de los conocimientos que son independientes de la experiencia.

**auscultar.** Medio de diagnóstico que consiste en estudiar los ruidos normales y anormales de los órganos de los aparatos respiratorio y circulatorio, ya sea directamente por la aplicación del oído, o ya indirectamente por la interposición de un estetoscopio a nivel del órgano, que se ha de examinar.

**avulsión.** Extracción de un diente careado o de una de sus raíces, con pinzas adecuadas, al objeto de que se puedan adaptar y hacer presafuerte en cada uno de los dientes.

### B.

**back-end.** Destino final de los datos. Lugar donde se almacenarán los datos en el sistema de información; la base de datos es un back-end.

**base de datos.** Colección de datos que hacen referencia a la información que maneja una empresa u organización determinada.

**base de datos jerárquica.** Los datos y sus relaciones se representan mediante registros y enlaces con apuntadores, con una estructura de árbol, lo que lo diferencia de un modelo de red.

**base de datos matricial.**

**base de datos relacional.** Representación de los datos y de sus relaciones mediante una colección de tablas, cada una de las cuales tiene un número de columnas con nombre únicos.

**base de datos de red.** Colección de registros donde las relaciones se representan mediante enlaces, los cuales pueden verse como apuntadores. Los registros en la base de datos se organizan como colecciones de grafos arbitrarios.

C.

- campo.** Área especificada que se utiliza para una categoría particular de datos.
- cardinalidad.** (Cardinalidad de asignación). Número de entidades con las que puede asociarse otra entidad mediante un conjunto de relaciones. Los tipos de cardinalidades son *uno a uno*, *uno a infinito*, *infinito a uno* e *infinito a infinito*.
- coágulo.** F. acción de coagular (lat. coagulum). Masa de coagulada.
- código fuente.** Forma de un programa justo como lo ha descrito el programador, a menudo en forma de códigos o medios legibles por una máquina; un programa expresado en forma de lenguaje fuente.
- correlación.** Relación recíproca.
- correlación del coeficiente de Pearson.** Matriz que muestra la dependencia de cada variable entre sí con la sobrevivencia

D.

- DAO.** *Data Access Object*, te permite usar un lenguaje de programación para acceder y manipular datos en una base de datos, así como administrar la estructura de las entidades y sus relaciones; por otra parte podemos manipular bases de datos con el formato de Fox, dBASE, Excel, Btrieve, Paradox, así como aquellos que tienen textos delimitados. Combinando el código de DAO con ODBC, Open Data Base Connectivity, es posible acceder bases de datos como SQL Server sin modificar el programa en gran medida.
- DBMS.** Es una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a éstos que se encuentran en una base de datos.
- degenerar.** v.i. (lat degenerare). Cambiar la naturaleza, paso de un estado a otro inferior.
- desarrollador de aplicaciones.** (Programador de computadoras). Viene de la traducción de la palabra inglesa *Developer*, la cual se adjudica a aquellas personas que programan computadoras. Sinónimo de programador de computadoras.
- descerebrar.** Eliminar la función cerebral por corte transversal del neuroje entre los tubérculos superiores y los núcleos vestibulares o al ligar arterias carótidas primitivas y el tronco basilar en el centro del puente.
- diagnosticar.** Determinar por los síntomas el carácter de una enfermedad.
- diccionario de datos.** Catalogo que contiene los nombre y las estructuras de todos los tipos de datos de una base de datos.
- discreto.** Presenta separaciones, discontinuo, no continuo.
- disfunción.** Perturbación; dificultad o anomalía de la función de un órgano.

**distancia euclidiana.** Es un número que describe un conjunto de longitudes. Dos puntos  $(x,y)$  que se encuentran en un espacio  $n$ -dimensional, se definen como los conjuntos

$$x = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)$$
$$y = (y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n)$$

donde la distancia euclidiana  $E(x,y)$ , entre estos dos puntos se define como :

$$E(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad |1/2$$

Asignando  $S = (s_1, s_2, s_3, \dots, s_n)$  que representa el estado del vector de un paciente en el tiempo  $t$ . Los componentes de  $S$  representan los valores en el tiempo  $t$  de varios parámetros fisiológicos o bioquímicos como la presión sanguínea, el potasio, etc.

## E

**enfermo, ma.** Adj. y s. (lat. infirmus) que padece alteración en la salud (enfermedad)

**entidad.** Sinónimo de *tabla*.

**embolia.** Obstrucción de un vaso por un coágulo que circula en la sangre.

**EMS (Emergency Medical Service).**

**espina lumbar.** Sinónimo de columna vertebral.

**etiología.** Parte de la medicina que estudia las causas de las enfermedades.

**expansión respiratoria.** Movimiento del pecho al momento de realizar la acción de respirar. Se verifica visualmente por el personal médico que atiende al paciente.

## F

**fisiología.** Ciencia que estudia la vida y las funciones orgánicas.

**flebitis.** f. (del gr. Phlep. vena). Med. Inflamación de la membrana interna de las venas.

**foco.** Término empleado para indicar que un conjunto tiene la *atención* de la computadora para ejecutar el código que contiene.

**forma canónica.** Forma matemática a partir de la cual se derivan diferentes estructuras matemáticas que parten de este origen.

**front-end.** Es el lugar en donde se capturan los datos; las formas de captura de un sistema de información son el front-end.

**H.**

**hemiplejía.** Parálisis de la mitad del cuerpo.

**hemomediastino.** Derrame de sangre en el mediastino -masa de tejidos y órganos que separa los dos sacos pleurales, entre el esternón por delante y la columna vertebral por detrás y entre el estrecho torácico por arriba y el diafragma pordebajo-.

**herramienta visual.** Objetos construidos como botones, menús, cuadros de texto, listas, etc.

**hipotermia.** Disminución de la temperatura normal del cuerpo.

**homocedástico.** Término utilizado para los modelos lineales, cuya varianza se distribuye normalmente al considerar todas las observaciones del estudio realizado(*homo*=igual, *cedasticidad*=dispersión).

**hospital de urgencias traumatológicas de tercer nivel de atención.**

**I.**

**idioma.** Lengua de una nación. Modo particular de hablar . Forma en que el lenguaje es utilizado, no es tan riguroso en la aplicación del lenguaje.

**infarto.** m. (del lat. infarctus, hinchazón). Med. Aumento del tamaño de un órgano enfermo infarto del hígado. Degeneración de un tejido por obstrucción de la circulación sanguínea. El infarto del miocardio, consecutivo a la oclusión de una arteria coronaria, es una lesión del corazón de gravedad variable. El infarto pulmonar es bebido frecuentemente a una embolia provocada por flebitis.

**interface.** Pantalla que se muestra al usuario para solicitar o presentar datos.

**interfaz gráfica amigable.** (GUI. Graphic User Interface). Pantalla que pregunta o despliega datos, la cual presenta gráficos (dibujos) de alta calidad en su presentación.

**instancia.** Son los datos que se muestran al realizar una gestión (consulta) en la base de datos.

**J.**

**jet engine.** Es un DBMS que se integre en Visual Basic con el propósito de acceder los datos almacenados en un sistema de base de datos (Access, Oracle, Paradox, Dbase,Fox).

**L.**

**lucernación.** Forma especial de herida cuyos bordes o labios están desflecados, anfractuosos, despegados, a veces en zig-zag de forma que se hace difícil la sutura de los mismos y por lo tanto la cicatrización de la herida, si antes no se han regularizado los bordes con tijeras, transformándola en una herida incisa cuyos bordes son rectilíneos y sin desigualdades y por lo tanto fáciles de unir mediante puntos de sutura. Este tipo de heridas son

producidas por un desgarro violento que *estire* los tejidos de revestimiento más allá del límite máximo de elasticidad.

**lenguaje.** Empleo de la palabra para expresar ideas, éste puede ser utilizado en cualquier medio de comunicación. Es lenguaje esta en función al medio en que el hombre se desenvuelve, así que su forma expresarse puede ser grosera, rebuscada, técnica.

**lenguaje de programación.** Son los comandos e instrucciones que representan acciones que debe realizar la computadora.

**lesión.** Daño o detrimento corporal causado por heridas, golpes o enfermedades. Es una alteración, un daño, un desperfecto anatómico de cualquier parte u órgano del cuerpo, tanto por la acción de un objeto contundente (o de corte) como por cualquier tipo de accidente.

**lesión cerebral.** Daño en el cuello.

**lesión crítica (con respecto a vivir).** Daño que puede provocar una crisis en el funcionamiento funcionamiento vital del paciente.

**lesión grave (con respecto a vivir).** Lesión cuya repercusión puede ser peligrosa para la supervivencia del paciente.

**lesión severa (con respecto a vivir).** Sinónimo de gravedad.

**lesión traumática severa.** Lesión grave que pone en riesgo la vida del paciente.

**llenado capilar.** Es el llenado que tiene la uña o la lella del dedo después de ser presionada.

## M.

**manejador de base de datos (de escritorio).** Es aquel DBMS que permite el desarrollo de aplicaciones que no contendrá una gran cantidad de datos a almacenar. *Access pertenecen a esta categoría.*

**miembro.** Uno de los apéndices pares del cuerpo que se emplea para la locomoción o para la prensión. Brazo, antebrazo, pierna, muslo y pie.

**morbilidad.** Proporción de enfermos en un lugar y tiempo determinado.

**mortalidad.** Cantidad proporcional de defunciones correspondiente en un lugar y tiempo determinados.

**MTOS (Mayor Trauma Outcome Study).** Estudio realizado con 15000 expedientes clínicos en Estados Unidos, Inglaterra y Canadá para obtener las constantes que son utilizadas en la metodología TRISS.

## N.

**normalización.** Buen diseño de la base de datos, ya que se cuenta con un conjunto de dependencias funcionales (campos en común que se encuentran en las tablas y que se relacionan para definir la actualización en cascada).



**O.**

**oclusión.** F. Estado de lo que está tapado o cerrado, oclusión intestinal; || Med. Obstrucción patológica de un conducto o de una abertura natural. || Quím. Prop. de algunos sólidos de absorber los gases.

**órgano.** Parte de un ser organizado destinada para desempeñar alguna función necesaria para la vida.

**P.**

**paciente.** Enfermo, persona que ha sufrido una lesión y que es atendida por el personal médico de un hospital.

**paciente traumatológico.** Todo aquel lesionado que será evaluado por el programa, exceptuando aquellos que tengan quemaduras, daños de columna, y niños.

**paradigma.** Sinónimo de modelo.

**paraplejia.** Es la parálisis (plejía) de las dos extremidades inferiores consecutiva a lesiones del cerebro o de la médula espinal o a la polineuritis; puede también ser de origen funcional puro. Es dolorosa cuando está provocada por la compresión de las raíces espinales de los nervios destinados a las extremidades inferiores, por parte de tumores vertebrales.

**parangonable.** Sinónimo de equivalente.

**pericardial.** Referente al pericardio. Es la membrana serosa que recubre al corazón.

**presión sistólica.** Energía de la contracción del corazón que representa la fuerza que empuja la sangre hacia las arterias.

**personal de salud.** Sinónimo de cuerpo médico. Personal que atiende al lesionado en el área de urgencias traumatológicas

**profilaxis.** Estudio de las condiciones y de las precauciones propias para evitar las enfermedades.

**pronóstico.** Pronóstico de un probable curso y terminación de una enfermedad.

**programación por eventos.** Colocar el código fuente entre los diferentes acontecimientos que tienen cada uno de los controles para ser ejecutados de acuerdo a las acciones que el usuario realiza en el programa.

**Pronóstica.** Conjetura acerca de lo que puede suceder. || Med. Juicio que forma el médico respecto a los cambios de una enfermedad.

**Q.**

**quemaduras.** Es un trastorno tisular local, provocado por el contacto más o menos prolongado con cuerpos de temperaturas elevadas o sustancias ácidas. Las quemaduras tiene tres grados de medición.

- **Primer grado.** Son las más leves. Son eritemas -enrojecimiento simple de la parte de la quemadura-.

- **Segundo grado.** Se forman vesículas llenas de líquido seroso que al infectarse se vuelven turbias.
- **Tercer grado.** Las más graves, el tejido se necrosa -muere separándose del tejido contiguo - formando una escara seca negruzca. Al caer la escara, queda un úlcera. El paciente suele presentar molestias y/o dolores.

**R.**

**RDBMS.** (*Relational Data Base Management System*). Sistema administrador de bases de datos relacional.

**redundancia de información.** Duplicar datos con el mismo significado en diferentes partes de la base de datos. Esta repetición de información puede tener formatos diferentes.

**regresión logística.** Modelo matemático por medio del cual podemos analizar el comportamiento de acontecimiento que tienen variables binarias cuya descripción está dada por la siguiente función de distribución de probabilidad.

$$P(x) = \frac{\exp(x)}{1 + \exp(x)}$$

**relación (dentro de una base de datos).** Asociación entre varias entidades.

**respiración reactiva.** Presencia única de la inhalación que presenta el paciente. No hay la acción de exhalar.

**respuesta motora.** Movimiento de alguna parte/miembro del cuerpo, que nos indica el funcionamiento y el estado del sistema nervioso central. Las escalas de medición son:

- **Obediencia.** La respuesta a estímulos de forma voluntaria e involuntaria que son las correctas (reacción de la pierna al golpear la rodilla, doblas el brazo cuando se ordena hacerlo).
- **Retrasada.** La respuesta del miembro no se realiza en el momento correcto; hay un sesgo entre la acción y la reacción.
- **Flexión.** Doblamiento de miembros realizados en forma anormal, pudiendo indicar un estado hemipléjico o una descoordinación. Su detección es fácil y detectable algunos días después del accidente (retardo, sin respuesta en el hombre).
- **Extensión.** Obvia anormalidad dada en la rotación del hombro o del antebrazo; puede indicar "rigidez cerebral".
- **Ninguna.** Se asocia con la hipotermia; es importante excluir un corte transversal como explicación al carecer de una respuesta y corroborar que el estímulo aplicado es el correcto. **respuesta verbal.** Habilidad para responder verbalmente a preguntas, palabras o sonidos, que es un indicador del grado de restauración del sistema nervioso después de la lesión. La escala utilizada es la siguiente:

- **Orientada.** Respuesta correcta a preguntas. ¿cómo te llamas?, ¿qué día es hoy?, ¿dónde estás en este momento?.
- **Confusa.** El paciente responde a las preguntas de tal manera que indica un grado de desorientación y confusión.
- **Palabras inapropiadas.** Articulación ininteligible de las palabras, susurros, palabras aisladas. No es posible establecer una conversación.
- **Sonidos incomprensibles.** No hay emisión de palabras, sólo quejidos o quejidos.
- **Ninguna.** Solo se presentan sonidos y ninguna palabra.

**RTS.** Revised Trauma Score

**ruido.** Variación que tiene la variable aleatoria en el conjunto de observaciones.

**S.**

**sepsis.** (Del gr. *Sepsis*, putrefacción.) f. Infección pro microbios.

**SICU.** Surgical Intensive Care Unit.

**sistema de información.** Flujo de información que retroalimentan datos de operaciones para análisis, decisiones administrativas y aplicaciones, para poder ejercer control con el fin de que la organización alcance sus objetivos. Este sistema se diseña para proporcionar a los administradores de la organización los informes necesarios para estar al corriente de la situación actual y comprender las implicaciones de sus decisiones en el funcionamiento de la empresa.

**T.**

**tabla.** Objeto que existe y es distinguible de otros. La entidad puede ser concreta, tal como una persona o un libro; o puede ser abstracta como un día festivo un concepto.

**tórax.** Parte más elevada del tronco que tiene como armazón esquelético el esternón, las costillas y la región dorsal de la columna vertebral. Es su interior, cavidad torácica, están los pulmones, el corazón los grandes vasos arteriales y venosos.

**trauma o traumatismo físico.** (*Trauma, herida en griego*). Cualquier factor violento extremo de naturaleza mecánica que se abate sobre el organismo, ofendiendo su integridad; por lo tanto, un empujón, contusión, caída, tiro de arma de fuego, acción con arma blanca, un pinchazo con una aguja o clavo son traumas. También son traumas las contusiones, fracturas, luxaciones, distensiones, heridas de cualquier clase, conmociones cerebrales y espina pos-traumática.

**triage index.** Método para valorar la severidad de las lesiones basado en cinco variables observadas ((B<sub>1</sub>)expansión respiratoria, (B<sub>2</sub>)llenado capilar, (B<sub>3</sub>)apertura ocular, (B<sub>4</sub>) respuesta verbal y (B<sub>5</sub>) respuesta motora) durante la evaluación de 1084 casos clínicos. El modelo empleado es de la

forma  $f(x) = \frac{1}{1 + \exp(B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5)}$ , donde

$B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5$ , es el modelo lineal con las constantes y variables mencionadas.

**tripla.** Sinónimo de *campo*.

**triss.** Trauma Score and Injury Severity Score.

#### U.

**uretra.** Conducto por el que se expulsa la orina contenida en la vejiga durante el acto de la micción, emisión de orina de la vejiga por el conducto de la uretra.

**usuario.** Quien quiera que requiera la utilización de los servicios o de los productos de un sistema de computación.

#### V.

**vaso (sanguíneo).** Conductillos de diversos calibres y longitudes, de paredes membranosas elásticas, dilatables, en el interior de los cuales fluye la sangre, o linfa. Por lo tanto, las venas, los capilares y los linfáticos son vasos.

## Diccionario de Datos

Nombre de la Tabla : PACIENTES

Propósito : Almacena la información general de los pacientes, que han sido analizados por el programa con el fin de documentar las lesiones que han sido registradas en la tabla LESIONES.

Nombre del Campo	Tipo	Descripción
<i>ClavePaciente</i>	Long Integer	Es la identificación de cada paciente evaluado por el programa. El valor de esta tupla se genera automáticamente con el formato <i>AAMMDmm</i> , donde { <i>mm</i> } es el contador de los pacientes atendidos por día. Los valores de este campo deberán ser mayores a 960101000.
<i>Nombre</i>	Text(50)	Es el apelativo del paciente; éste se almacenará con el formato <i>Apellido Paterno, Materno y Nombre(s)</i> .
<i>Edad</i>	Byte	Es el número de años que ha vivido el paciente. Este valor es determinado por el médico, o bien, proporcionado por el paciente o persona que lo acompañe. El valor de este campo estará dentro del intervalo : $1 \leq \text{Edad} \leq 200$ .
<i>Sexo</i>	Integer	Es el género al cual pertenece el paciente. los valores válidos para este campo son { <i>0, Masculino, -1, Femenino</i> }
<i>Peso</i>	Integer	Es el valor en kilogramos de la masa del cuerpo del paciente. Este campo lo almacenará como un entero. Por ejemplo 101.97Kg se almacenará como 10197; 84.333Kg se almacenará como 8433.

<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>Estatura</i>	Integer	Es la altura del paciente. Este campo almacenará el valor como un entero. Por ejemplo, 2.66 mts se almacenará como 266.
<i>EstadoCivil</i>	Integer	Es la condición legal que guarda el paciente con respecto a una pareja <i>{0.Soltero, 1.Casado, 2.Viudo, 3.Divorciado, 4.Unión libre }</i>
<i>FechaAltaSistema</i>	Date	Es el día en que el usuario fue registrado en el sistema el formato es AAMMDD.
<i>SeñasParticulares</i>	Text(250)	Son las características físicas que resaltan en el paciente como son lunares, cicatrices, tatuajes, etc. en alguna parte del cuerpo.
<i>PreferenciaSexual</i>	Byte	Se refiere al tipo de relaciones que guarda con otra persona <i>{0.Heterosexual, 1.Homosexual, 2.Bisexual, 3.Lesbianismo }</i>
<i>HabitosSexuales</i>	Integer	Este campo especifica si el paciente tiene una vida activa o no <i>{0.Inactiva, -1.Activa }</i>
<i>TipoSanguineo</i>	Byte	Se especifica el tipo de sangre que tiene el paciente <i>{0.A Rh+, 1.A Rh-, 2.B Rh+, 3.B Rh-, 4.AB Rh+, 5. AB Rh-, 6. O Rh+, 7. O Rh- }</i>
<i>Nacionalidad</i>	Integer	Aquí se especifica si el paciente es nacional o de origen extranjero <i>{0.Extranjera, -1. Mexicana }</i>
<i>Domicilio</i>	Text(250)	Es el lugar donde vive el paciente, este valor se almacena con el siguiente formato : <i>Calle, Número exterior, Número interior, C.P., Colonia, Delegación/Municipio, Estado de la República.</i>

## Diccionario de Datos

**Nombre de la Tabla:** PACIENTES

**Propósito:** Almacena la información general de los pacientes, que han sido analizados por el programa con el fin de documentar las lesiones que han sido registradas en la tabla LESIONES.

<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>ClavePaciente</i>	Long Integer	Es la identificación de cada paciente evaluado por el programa. El valor de esta tupla se genera automáticamente con el formato <i>AAMDDmm</i> , donde <i>{mm}</i> es el contador de los pacientes atendidos por día. Los valores de este campo deberán ser mayores a 960101000.
<i>Nombre</i>	Text(50)	Es el apelativo del paciente; éste se almacenará con el formato <i>Apellido Paterno, Materno y Nombre(s)</i> .
<i>Edad</i>	Byte	Es el número de años que ha vivido el paciente. Este valor es determinado por el médico, o bien, proporcionado por el paciente o persona que lo acompañe. El valor de este campo estará dentro del intervalo: $1 \leq \text{Edad} \leq 200$ .
<i>Sexo</i>	Integer	Es el género al cual pertenece el paciente. los valores válidos para este campo son <i>{0.Masculino, -1.Femenino}</i>
<i>Peso</i>	Integer	Es el valor en kilogramos de la masa del cuerpo del paciente. Este campo lo almacenará como un entero. Por ejemplo 101.97Kg se almacenará como 10197; 84.333Kg se almacenará como 8433.

## Anexo II

## Diccionario de Datos.

54

<u>Nombre del Campo</u>	<u>Tipo</u>	<u>Descripción</u>
<i>Estatura</i>	Integer	Es la altura del paciente. Este campo almacenará el valor como un entero. Por ejemplo, 2.66 mts se almacenará como 266.
<i>EstadoCivil</i>	Integer	Es la condición legal que guarda el paciente con respecto a una pareja <i>0.Soltero, 1.Casado, 2.Viudo, 3.Divorciado, 4.Unión libre</i> }
<i>FechaAltaSistema</i>	Date	Es el día en que el usuario fue registrado en el sistema el formato es <i>AAMMDD</i> .
<i>SeñasParticulares</i>	Text(250)	Son las características físicas que resaltan en el paciente como son lunares, cicatrices, tatuajes, etc. en alguna parte del cuerpo.
<i>PreferenciaSexual</i>	Byte	Se refiere al tipo de relaciones que guarda con otra persona <i>0.Heterosexual, 1.Homosexual, 2.Bisexual, 3.Lesbianismo</i> }
<i>HabitosSexuales</i>	Integer	Este campo especifica si el paciente tiene una vida activa o no <i>0.Inactiva, -1.Activa</i> }
<i>TipoSanguineo</i>	Byte	Se especifica el tipo de sangre que tiene el paciente <i>0.A Rh+, 1.A Rh-, 2.B Rh+, 3.B Rh-, 4.AB Rh+, 5. AB Rh-, 6. O Rh+, 7. O Rh-</i> }
<i>Nacionalidad</i>	Integer	Aquí se especifica si el paciente es nacional o de origen extranjero <i>0.Extranjera, -1. Mexicana</i> }
<i>Domicilio</i>	Text(250)	Es el lugar donde vive el paciente, este valor se almacena con el siguiente formato : <i>Calle, Número exterior, Número interior, C.P., Colonia, Delegación/Municipio, Estado de la República.</i>



**Anexo II****Diccionario de Datos.**

55

<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>Telefono</i>	Text(10)	Es el número telefónico del domicilio del paciente. Este valor se almacena de la siguiente forma : <i>Lada, Clave de la ciudad, Número telefónico.</i>
<i>Ocupacion</i>	Byte	Es el modo de vida del paciente. <i>0.Obrero, 1.Profesionista, 2.Estudiante, 3.Otro }</i>
<i>Generales</i>	Text(250)	Son aquellas observaciones que necesitan hacerse del paciente, pero que no fueron consideradas en las tuplas anteriores.

**Nombre de la Tabla : LESIONES****Propósito :** Almacena los daños anatómicos y fisiológicos de los pacientes.

<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>ClavePaciente</i>	Long Integer	Es la clave del paciente evaluado. Tiene el formato <i>AAMNDDmmnn</i> . Los valores de este campo deberán ser mayores a 960101000.
<i>ClaveMedico</i>	Text(13)	Es el RFC del médico almacenado como un número, debido a que de esta forma se utiliza menos memoria.
<i>FechaAccidente</i>	Date	Es la fecha en que ocurrió el accidente, su formato es <i>AAMMDD</i> .
<i>HoraAccidente</i>	Date	Es la hora en que ocurrió el accidente; su formato es <i>HH:MM</i> .
<i>FechaEvaluacion</i>	Date	Es la fecha en que el paciente fue evaluado por el programa, ésta se almacena automáticamente con el formato <i>AAMMDD</i> .
<i>HoraEvaluacion</i>	Date	Es la hora en que el paciente fue evaluado por el programa; el programa almacena este valor automáticamente con el formato <i>HH:MM:SS</i> .

## Anexo II

## Diccionario de Datos.

56

Nombre del Campo	Tipo	Descripción
<i>UnidadTransferencia</i>	Byte	Es el lugar al cual llevaron al paciente después que fue evaluado por el programa. Su valor dependerá del contenido de la tabla UNIDADES.
<i>StatusVida</i>	Integer	Este campo indica si el paciente sobrevivió o no al accidente. <i>0.Falleció, -1.Sobrevivió</i>
<i>Mecanismo</i>	Byte	Especifica el medio por el cual se produjo el accidente. <i>0.Colisión, 1.Caida de altura, 2.Asalto, 3.Atropellado, 4.Accidente en el hogar, 5.Accidente en el trabajo, 6.Accidente en la escuela.</i>
<i>Energia</i>	Byte	Es la fuerza que el Mecanismo ejerció en contra del paciente. <i>0.Cinética, 1.Térmica, 2.Química, 3.Otra, 4.Combinaciones.</i>
<i>Inconciente</i>	Integer	Indica si el paciente perdió o no la conciencia. <i>0.Conciente, -1Inconciente</i>
<i>Reanimacion</i>	Integer	<i>0.No, -1.Sí</i>
<i>TomaMedicamentos</i>	Integer	<i>0.No, -1.Sí</i>
<i>Observaciones</i>	Memo	Son las notas que el médico tomó sobre la condición del paciente al momento de la auscultación.
<i>AISCabezaCuello</i>	Byte	Se especifica el cuál es el daño anatómico en la cabeza y el cuello. Su valor dependerá del contenido en la tabla AIS.
<i>AISGeneral</i>	Byte	Se indican las lesiones que tiene el paciente y que no han sido contempladas en los otros campos.

## Anexo II

## Diccionario de Datos.

57

Nombre del Campo	Tipo	Descripción
<i>AISTorax</i>	Byte	Se hace indicación de las lesiones en el tórax del paciente.
<i>AISAbdomen</i>	Byte	Son los daños anatómicos en la región del abdomen.
<i>AISExtremidades</i>	Byte	Son las lesiones que se encontraron en los brazos, antebrazos, manos, muslos, piernas, y pies del paciente.
<i>ValorISS</i>	Integer	Es el resultado de la evaluación de los daños anatómicos que sufrió el paciente.
<i>TSTasaRespiratoria</i>	Byte	Es la tasa de respiración que tiene el paciente al momento de ser evaluado por el programa. Su valor depende del contenido de la tabla TS.
<i>TSEsfuerzoRespiratorio</i>	Byte	Es la cantidad de trabajo que realiza el paciente inhalar y exhalar el aire.
<i>TSPresionSistolica</i>	Byte	Es la presión sistólica de la sangre del paciente.
<i>TSLlenadoCapilar</i>	Byte	Es la rapidez con la cual se llena nuevamente de sangre la región de la uña, una vez que se le ha liberado de la presión.
<i>TSAperturaOcular</i>	Byte	Es el grado en que los ojos del paciente se han abierto al momento de la evaluación.
<i>TSRespuestaVerbal</i>	Byte	Almacena la calificación que el médico dio a lo entendible o a la claridad de la respuesta que el paciente ha dado a una pregunta que se le formuló. Por ejemplo ¿Cuál es tu nombre?, ¿En donde estás?, etc.

<u>Nombre del Campo</u>	<u>Tipo</u>	<u>Descripción</u>
<i>TSRespuestaMotora</i>	Byte	Es la calificación de las reacciones motoras del cuerpo del paciente.
<i>ValorTS</i>	Integer	Es el resultado de la evaluación de la fisiología del paciente.
<i>Edad</i>	Integer	Este campo indica si la edad del paciente es mayor o no a los 55 años de edad. <i>0.Edad&lt;55 años, 1.Edad≥55 años</i> .
<i>EdadEstimada</i>	Integer	Bandera que se utiliza para indicar si la edad es o no exacta. <i>0.Edad Exacta, -1. Edad aproximada</i> .
<i>TipoLesion</i>	Integer	Esta característica señala las constantes a utilizar en el modelo de regresión de regresión para calcular la probabilidad de sobrevivencia <i>0.Punto cortante, -1. Penetrante</i> .
<i>ValorTRISS</i>	Integer	Es el valor de probabilidad de sobrevivencia una vez aplicada la metodología TRISS, almacenado como un entero; si el valor obtenido es 0.9954, este se almacenará como 9954. Si el valor obtenido es 0.015, se almacenará como 15 (ValorTRISS = TRISS* 1000).

**Nombre de la Tabla : MEDICOS**

**Propósito :** Catálogo de médicos autorizados para utilizar el programa, con el fin de relacionar cada uno de éstos con un registro de la tabla LESIONES.

<u>Nombre del Campo</u>	<u>Tipo</u>	<u>Descripción</u>
<i>ClaveMedico</i>	Text(13)	Es el RFC del médico que está autorizado para utilizar el programa. Se almacenará este dato como numérico, debido a que se utiliza menos memoria.
<i>Nombre</i>	Text(50)	Es el apelativo del médico, el cual se almacenará con el formato <i>Apellido Paterno, Materno y Nombre(s)</i> .
<i>Sexo</i>	Integer	Es el género al cual pertenece el paciente. los valores válidos para este campo son <i>{0.Masculino, -1.Femenino }</i>

**Nombre de la Tabla : UNIDADES**

**Propósito :** Almacena las posibles unidades de transferencia a las cuales puede ser enviado el paciente.

<u>Nombre del Campo</u>	<u>Tipo</u>	<u>Descripción</u>
<i>ClaveUnidad</i>	Byte	Es la llave con la cual se identificará el lugar hacia donde se envió al paciente.
<i>Nombre</i>	Text(50)	Es el apelativo con el cual se conoce el lugar hacia donde envían a los pacientes, <i>cuarto de cirugía, observación, casa del paciente, terapia intensiva, etc.</i>
<i>Características</i>	Memo	Comentario del tratamiento que recibirá cada paciente que es llevado a la unidad en de atención.

## Manual del Usuario.

TRAUMAC es un programa de aplicación médica, el cual está dividido en tres secciones con el fin de separar y dar un orden al proceso de captura de datos de los pacientes a ser evaluados. A continuación, se explica el contenido de cada una de las partes que componen a este programa.

1. Sección Principal.
2. Sección Intermedia.
  - Carpeta de Pacientes.
  - Carpeta de Lesiones.
  - Carpeta de Expedientes.
3. Sección Inferior.

Clave del Paciente: **123456789** Edad: **27** Sexo:  S  M Fecha de Evaluación: **27/04/78**  
Apellido Paterno: **Apellido Materno** Nombre: **Nombre** C. No.  No. Hora de Evaluación: **9:37:58 PM**  
Nombre del Paciente: **Apellido y Nombre Completo**

[ Empezar ] [ Lesiones ] [ Expedientes ]

Peso: **70** Sexo:  Masculino  Femenino Prevalencia Sexual: **Homosexual**  
Estatura: **1.75** Hábitos Sexuales: **Activo**  
Estado Civil: **Casado** Tipo Sanguíneo: **A Rh+**  
Signos Particulares: **Ninguno**

Calle o avenida: **Diagonal** Teléfono: **0210533**  
Número Ext.: **1234** Domicilio: **Presidencial**  
Código Postal: **01000**  
Cabeza: **Murciano** Nacionalidad:  Murciano  Extranjero  
Departamento: **San Juan** Estado Civil: **Casado**  
Etnia: **Latino**

Comentarios: **Use el siguiente ítem de pacientes (ingrese con el 3 dígitos para el caso de)**

Inicio Previo Sigiente Libro Guardar Nueva Deshacer Eliminar Ayuda de Salir

Figura 1

### 1. Sección Principal.

Como podemos observar en la Figura 1, en la parte superior, marcada con un rectángulo rojo, encontramos la clave del paciente, su nombre y otros, los cuales se mostrarán siempre, con el propósito de saber en todo momento a quién pertenece los datos que se encuentran en ese momento en la forma.

•Clave del Paciente.

Este campo muestra la llave de acceso del paciente. En el caso de que el usuario la conozca, puede digitarla y después oprimir la tecla de Enter, para que la computadora muestre los datos generales y de lesiones registrados con esta clave de acceso.

•Nombre del Paciente.

Aquí se muestra el nombre de la persona. En el caso de que se vaya a dar de alta un nuevo paciente, se recomienda capturarlo con el orden de, *Apellido Paterno, Materno y Nombre(s)*, mostrados en la parte superior del campo, con el propósito de facilitar la búsqueda en la carpeta de expedientes.

•Edad.

En este campo se capturará la edad del paciente. Es obligatorio hacerlo, ya que es un elemento indispensable para calcular la probabilidad de sobrevivencia. El rango de permitido va de 1 a 200 años.

•Edad Estimada (Sí/No).

Ya capturada la edad del paciente, en esta sección se especifica si ésta es una estimación o no. El valor por default es "Sí".

•Fecha de Evaluación.

Este campo muestra la fecha en que el paciente será dado de alta en el sistema, siendo asignada automáticamente por la computadora.

•Hora de Evaluación.

Como en el campo anterior, aquí se muestra la hora en que el paciente será dado de alta en el sistema. Este valor será asignado automáticamente.

## 2. Sección Intermedia.

### • Carpeta de Pacientes.

Esta sección de la carpeta tiene el fin de recopilar los datos generales de cada paciente a ser registrado en el sistema, con el propósito de tener en la medida de lo posible la mayor cantidad de información acerca del mismo.

The screenshot displays a software interface for entering patient data. At the top, there are fields for 'Clave del Paciente' (Patient Key) with sub-fields for 'Fecha de Evaluación' (Evaluation Date), 'Edad' (Age), 'Sexo' (Sex), and 'Fecha de Evaluación' (Evaluation Date). Below these are fields for 'Nombre del Paciente' (Patient Name) with sub-fields for 'Nombre' (Name) and 'Apellido' (Surname), and 'Hora de Evaluación' (Evaluation Time). A central navigation bar contains buttons for 'Exámenes', 'Exámenes', and 'Exámenes'. To the left is a human figure with internal organs highlighted. The main form area includes fields for 'Peso' (Weight), 'Estatura' (Stature), 'Estado Civil' (Marital Status), 'Sistema Patológico' (Pathological System), 'Calle e ciudad' (Street and city), 'Número Ext.' (External Number), 'Número Int.' (Internal Number), 'Código Postal' (Postal Code), 'Colegio' (School), 'Domicilio/Municipio' (Home/Municipality), 'Etnia/ Etnia' (Race/Ethnicity), 'Teléfono' (Phone), 'Domicilio' (Home), 'Nacionalidad' (Nationality), and 'Estratificación' (Stratification). At the bottom, there are buttons for 'Pasar', 'Pasar', 'Copiar', 'Limpiar', 'Guardar', 'Nuevo', 'Cancelar', 'Eliminar', 'Actualizar', and 'Salir'.

Figura 2

### •Peso.

En este campo se captura el peso en kilogramos del paciente. No es obligatorio llenarlo.

### •Estatura.

Aquí se digitará la estatura del paciente en metros y centímetros. Su llenado es opcional.

### •Estado Civil.

Este campo es un identificador de la condición legal del paciente. Al hacer click en el botón del lado derecho, se listarán las



opciones disponibles (Soltero, Casado, Divorciado, Unión libre). El valor por default es Soltero.

•Sexo.

Especifica el género del paciente. El valor por default es Masculino.

•Preferencia Sexual.

Se refiere al tipo de relaciones sexuales que tiene la persona. El valor por default es Heterosexual, pero al igual que en Estado Civil se puede seleccionar algún otro de la lista que se encuentra disponible al hacer click en el botón del lado derecho. Las demás opciones son Homosexual, Bisexual, Lesbianismo.

•Hábitos Sexuales.

En este campo se especifica si el paciente es "Activo" o "Inactivo" en su vida sexual. El default es "Inactivo".

•Tipo Sanguíneo.

En este campo se especifica el tipo sanguíneo del paciente de una lista de ocho opciones. El valor por default es "A Rh+".

•Señas Particulares.

Es esta sección se pueden añadir datos adicionales del paciente que no se encuentren contempladas en los campos anteriores. Se tiene un máximo de 250 caracteres a escribir, no siendo obligatorio su llenado.

*Los siguientes campos no es necesario llenarlos para el buen funcionamiento del programa.*

•Calle o avenida.

Aquí se debe escribir únicamente la calle sobre la cual se encuentra ubicado el domicilio del paciente.

•Número Ext.

Es el número exterior del domicilio.

•Número Int.

En el caso de que el domicilio del paciente sea una departamento o un conjunto habitacional, se deberá anotar el número de interior.

•**Código Postal.**

Este número hubica el domicilio del paciente dentro del territorio nacional, de acuerdo a la división postal existente en México.

•**Colonia.**

Como su nombre lo indica en este campo se anotará la colonia donde se encuentra ubicado el domicilio del paciente.

•**Delegación/Municipio.**

Aquí se registrará la delegación política donde se encuentra enmarcado el domicilio del paciente, o en su defecto el municipio al cual pertenece.

•**Entidad Federativa.**

Es el estado de la república o entidad donde se ubique el domicilio del paciente.

•**Teléfono.**

En caso de que el paciente resida en el interior de la república, anotar la clave lada en el caso de conocerla.

•**Ocupación.**

Este campo describe la actividad laboral del paciente. Este campo debe llenarse con una lista que se puede ver al hacer click en el botón. El valor por default es "Otro".

•**Nacionalidad.**

Aquí se especifica la nacionalidad del paciente. El valor por default es Mexicana.

•**Generales.**

En este campo se pueden anotar observaciones que no pudieron realizarse anteriormente. Se pueden escribir hasta 250 caracteres.

•**Imagen.**

El propósito de ésta es el de facilitar la captura de las lesiones anatómicas del paciente de acuerdo a la región dañada, indicándola con el *mouse*. Al hacer click en la región dañada, la computadora inquirirá sobre la lesión de la región. El manejo de la imagen es la siguiente. De acuerdo al ISS, el cuerpo se

divide en 5 regiones básica *cabeza y cuello, tórax, abdomen, extremidades y pelvis.*

♦Botón Captura de las lesiones.

Este tiene el propósito de mostrar una forma que permite al usuario capturar las lesiones anatómicas y fisiológicas del paciente.

♦Carpeta de Lesiones.

En esta carpeta se registrarán las lesiones anatómicas y fisiológicas que el paciente presenta, con el fin de que al término de su captura, se proceda a calcular la probabilidad de sobrevivencia.

The screenshot shows a software window with the following sections:

- Header:**
  - Clave del Paciente: 1444/231
  - Apellido: Acosta Parro, Nombre: Nicolás
  - Edad: 15 años, Sexo: M, Estado Civil: Soltero
  - Fecha de Evaluación: 12/12/94, Hora de Evaluación: 17:27:34
- Body Diagram:** A human figure with shaded areas on the chest, abdomen, and legs, labeled "Carpetas de las lesiones".
- Form Fields:**
  - Clave del Médico: [input]
  - Fecha del Accidente: 12/12/94
  - Momento del Accidente: 18:15:00
  - Unidad de Emergencia: ASUT - URMER
  - ¿Choca cabeza? (Si/No)
  - ¿Respiración? (Si/No)
  - ¿Membresamiento? (Si/No)
  - ¿Estado de vida? (Consciente/Inconsciente)
  - Calificación del AIS: Tórax de Lesión, Cabeza, Paro cardíaco
  - Calificación del ISS: Tasa respiratoria, Flujo respiratorio, Presión arterial, Frecuencia cardíaca
  - Resúmenes Finales: Valor ISS, Valor TS, Valor E-oss, Valor TFISS
  - Observaciones: [text area]
- Buttons:** Primer, Previo, Siguiente, Ultimo, Guardar, Nuevo, Destruir, Eliminar, Ayuda de, Salir

Figura 3

♦Clave del Médico.

Cada médico que utilice el programa, deberá anotar su clave con el propósito de relacionarlo con el paciente al cual está atendiendo. Esta contraseña es particular y puede ser definida por él mismo. El llenado de este campo es obligatorio.

•**Fecha del Accidente.**

Es la fecha en que el paciente se lesionó, El valor por default en este campo es la fecha del sistema.

•**Hora del Accidente.**

Así como en el campo anterior, se pondrá la hora en que ocurrió el accidente.

•**Mecanismo.**

Especifica el medio por el cual se produjo la lesión. Se cuenta con una lista que describe este campo. El default es "Colisión".

•**Energía.**

Es la fuerza que produjo el mecanismo para producir el daño en el paciente. El default es "Cinética".

•**Unidad de Transferencia.**

Especifica el lugar hacia donde se envió al paciente después de haber sido atendido en la sala de urgencias traumatológicas. Se pone por default la primera unidad de transferencia registrada en la tabla UNIDAD.

•**¿Inconciente?**

Indica si el paciente estaba o no consiente al momento de ser evaluado por el programa. El default es "No".

•**¿Reanimación?**

Especifica si se aplicaron o no técnicas de reanimaron al paciente. El default es "No".

•**¿Medicamentos?**

Si se conoce que el paciente toma medicamentos es necesario especificarlo. El default es "No".

•**Status de vida.**

Esta sección especifica si el paciente sobrevivió a la lesión. El default es "Sobrevivió". Es muy importante que se anote si el paciente sobrevivió a la lesión para realizar posteriormente un análisis del programa así como de la metodología empleada para determinar la consistencia y validez de los resultados arrojados en cada evaluación.

### Calificación del AIS.

En esta sección se muestran las calificaciones de las lesiones fisiológicas del paciente.

#### •Tipo de Lesión.

En esta sección se especifica si la lesión del paciente es "Contusa" o "Penetrante"; el default es "Contusa".

#### •Cabeza y cuello.

Muestra las formas de captura de las lesiones de la cabeza, así como la calificación de las lesión. Esta opción tiene 5 ramificaciones, las cuales evalúan diferentes partes del cuerpo, *lesiones cerebrales, de columna, en la región ocular, fracturas en los huesos del rostro y en el cráneo*, por ser consideradas en el mundo médico como las de más cuidado en el caso de presentar daños.

#### •General.

Esta opción tiene el propósito de registrar aquellos dolores, contusiones laceraciones o quemaduras que se presenten en cualquier parte del cuerpo.

#### Tórax.

En esta forma se registran los dolores musculares, contusiones, lesiones y fracturas de mayor cuidado que pudiera presentar el paciente en esta región, así como en el corazón, arterias y demás órganos que se encuentran en esta parte del cuerpo.

#### •Abdomen.

En esta forma se capturan los dolores musculares, avulsiones, contusiones, fracturas, laceraciones y rupturas de mayor cuidado, así como los daños que pudieran presentarse en la vejiga, riñones, uretra y demás órganos comprendidos en esta región del cuerpo.

#### •Extremidades.

Muestra la forma de captura, así como la calificación de la lesión del o los daños presentes. Al utilizar esta forma, la computadora le cuestionará acerca de las extremidades superiores e inferiores indistintamente y en forma general. Si se desea ahondar sobre una extremidad en específico, será necesario que la señale en la imagen con el *mouse* y se haga click sobre ésta.

### Calificación del TS.

En esta sección del programa se realizará el registro de las lesiones fisiológicas mayor consideración.

•**Tasa respiratoria.**

En esta forma se realiza la captura de la frecuencia respiratoria por minuto que el paciente presenta al momento que es valuado por la computadora.

•**Esfuerzo respiratorio.**

El esfuerzo respiratorio es un indicador que le señala al médico la condición del sistema respiratorio y principalmente de la condición de los pulmones. En ocasiones la lesión puede provocar que el paciente únicamente inhale y no exhale, lo cual indica un estado retractivo.

•**Presión sistólica.**

La presión arterial es el estado de tensión de las arterias dependiente de la masa total de sangre. De la fuerza contráctil del corazón y de la resistencia que oponen las arterias al paso de la sangre. En esta forma se mide el número de contracciones por minutos (sístole), con el propósito de registrar el esfuerzo que este importante músculo está realizando después de la lesión sufrida. No se registran las dilataciones (diástole) por minuto.

•**Llenado capilar.**

Estos datos son registrados, ya que de acuerdo a la presión arterial presente en el momento de la evaluación puede conocerse a través del llenado capilar. A continuación se presenta una tabla para el uso de esta forma.

Normal.	Es de 1 segundo
Retardado.	Es mayor a 1 segundo
Ausente.	No se presenta.

### Esc. Coma Glasgow.

La Escala de Coma de Glasgow es un complemento a las lesiones fisiológicas, las cuales sondan la condición del sistema nervioso.

#### •Apertura Ocular.

El registro de la respuesta del sistema ocular es muy sencilla, solo hay que señalar la forma en que paciente respondió con los ojos al momento de evaluarlo con el programa.

#### •Respuesta Verbal.

El uso de esta forma es sencillo, solo se debe registrar la respuesta que el paciente dio verbalmente al momento de ser evaluado con el programa.

#### •Respuesta Motora.

Debe señalar la forma en que el paciente reaccionó mecánicamente al momento de ser evaluado por el personal de salud.

### Resultados Finales.

En esta sección se muestran las calificaciones de la evaluación de los daños anatómicos y fisiológicos del paciente.

•Valor ISS: Muestra la calificación del AIS.

•Valor TS: Muestra la calificación del TS.

•Valor Edad: Indica si la edad es menor a 55 años "0" o mayor a ésta "1".

•Valor TRISS: Muestra la probabilidad de sobrevivencia del paciente.

#### •Botón Calcular

Este botón activa el código que toma la información de las lesiones registradas para procesarlas para calcular la probabilidad de sobrevivencia, la cual es mostrada en el área enmarcada como Valor TRISS.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Carpeta de Expedientes.

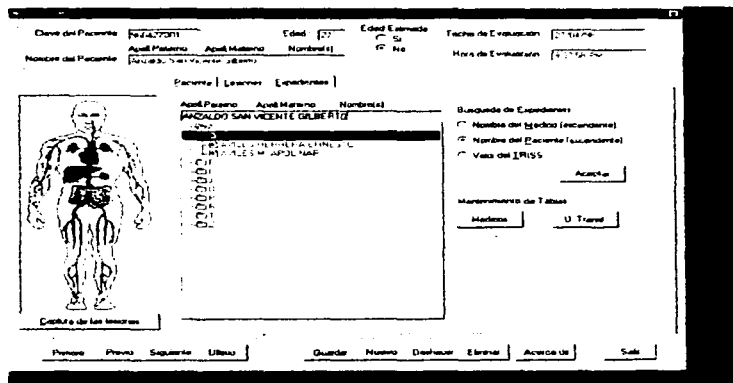


Figura 4

En esta carpeta, Figura 4, es posible buscar un expediente por medio del nombre del médico, del paciente; o bien, a través del valor de probabilidad de sobrevivencia.

La forma de utilizar el módulo es el siguiente: Se indica con el mouse cual de las opciones desea utilizar para realizar la búsqueda y posteriormente oprimir el botón de "Aceptar". Acto seguido el programa construirá un árbol con el cual se podrá buscar entre los expedientes hasta encontrar el registro del paciente deseado.

En el caso seleccionar "Nombre del Paciente", aparece en la parte superior de la ventana del árbol de expedientes, un campo donde se puede escribir el nombre del paciente empezando con el apellido paterno, materno y nombre(s). Conforme se vaya digitando, la computadora mostrará los nombres que más se parezcan a lo escrito. Esto permite encontrar más rápidamente el expediente deseado y mucho antes de terminar de anotar el nombre del paciente.



Para la opción "Nombre del Médico" TRAUMAC construirá el árbol con los nombres de los médicos registrados en la base de datos en orden alfabético ascendente y en cada uno de ellos insertará los nombres de los pacientes que fueron atendidos por cada uno de ellos. Bajo esta misma tónica, se contruye el árbol para la opción "Valor del TRISS".

### Mantenimiento de Tablas:

Este módulo permite al usuario actualizar los datos de los "Médicos" y las "Unidades de Transferencia" con el fin de mantener actualizada la planta de médicos registrados en la unidad de urgencias traumatológicas, así como de las unidades hacia las cuales puede enviarse al paciente después de haber sido evaluado con el programa.

### 3. Sección Inferior.

The screenshot displays the TRAUMAC software interface. At the top, there are input fields for "Clave del Paciente" (containing "9843210"), "Etiol" (with a dropdown arrow), "Etiol Emergencia" (with radio buttons for "Si" and "No"), "Fecha de Evaluación" (containing "12/12/98"), and "Hora de Evaluación" (containing "12:00:00"). Below these are fields for "Apellido Paciente" (containing "Apellido Paciente") and "Nombre P." (containing "Nombre P.").

In the center, there is a diagram of a human body with internal organs labeled. Below the diagram is a table with columns "Apellido Paciente", "Apellido Materno", and "Nombre P.". The table lists several names, with "ANICILDO SAN VICENTE GILBERTO" highlighted. To the right of the table, there are radio buttons for "Búsqueda de Expedientes" (with "Nombre del Médico (ascendente)", "Nombre del Paciente (ascendente)", and "Valor del TRISS" options), an "Aceptar" button, and a "Mantenimiento de Tablas" section with "Médicos" and "U. Transf." buttons.

At the bottom of the window, there is a navigation bar with buttons: "Primero", "Previo", "Siguiente", "Ultimo", "Guardar", "Nuevo", "Eliminar", "Editar", "Aceptar", and "Salir".

- Botones Primero, Previo, Siguiente, Ultimo.

Al estar trabajando con registros, es necesario que el usuario pueda desplazarse en forma libre, sin la necesidad de conocer la clave del

paciente. Para ello se implementó una serie de botones que tienen el propósito de cumplir con esta función..

Los botones permiten al usuario manipular los diferentes expedientes que se encuentren almacenados en la base de datos. De acuerdo a la carpeta que se esté mostrando, la acción de los botones será de la siguiente forma. Si el usuario se encuentra en la sección *Paciente*, Los botones *Primero*, *Previo*, *Siguiente* o *Ultimo*, se desplazarán sobre los registros de la tabla pacientes. Ahora, si se encontrara en la carpeta de *Lesiones*, la acción de los botones citados permitirá al usuario desplazarse sobre los registros de lesiones del paciente que se esté mostrando en la parte superior de la forma.

•**Botón Guardar.**

Tiene el propósito de almacenar la información general y de lesiones del paciente, sea éste nuevo o no en la base de datos.

•**Botón Nuevo.**

Se utiliza cuando se desea dar de alta a un nuevo paciente en el sistema, o bien un nuevo registro de lesiones. Este botón limpiará la forma y generará una clave con la cual se podrá identificar al paciente como único.

•**Botón Deshacer.**

Tiene el objetivo de eliminar las modificaciones que se han hecho a un registro, ya sea nuevo o existente antes de salvarlo en la base de datos.

•**Botón Eliminar.**

Borra por completo un expediente; o bien, las lesiones que se tengan registradas por cada paciente evaluado por la computadora. En el caso de que un paciente solo tenga una lesión, el programa se negará a eliminar este registro, a menos que se borre por completo el expediente.

•**Botón Acerca de.**

Se muestra información acerca del programa, nombre del testista y de sus asesores.

•**Botón Salir.**

Tiene el propósito de terminar la ejecución del programa, así como el de cerrar la base de datos y liberar la memoria que el programa utilizó para su ejecución. En el caso de que el usuario realice modificaciones en los datos presentados y no los hubiese guardado, el programa activará el módulo de salvamento con el cual se garantiza que todos los nuevos datos

**o las modificadas hechas se almacenarán o se perderán con el pleno conocimiento del usuario.**

a. *Bibliografía*

1. Apple Computer, Inc. Macintosh Human Interface Guidelines, Apple Technical Library, Second Edition, Addison Wesley Publishing Company, 1990
2. Achival, Manuel G. Visual Basic, Buenos Aires, Argentina, Ventura, 1993
3. Dobson, Arnette J. An Introduction to Generalized Linear Models, First Edition, University of Newcastle, New South Wales, Australia, Chapman And Hall, 1990
4. Hosmer, David W. & Lemeshow, Stanley. Applied Logistic Regression, Wiley, John Wiley & Sons, 1989
5. Jarol, Scott. Visual Basic Multimedia, Second Edition , Coriolis Group Books, Jeff Duntemann Editor, 1994
6. Kendall, Kenneth E. & Kendall, Julie E. Análisis y Diseño de Sistemas, Naucalpan de Juárez, México , Prentice Hall Hispanoamericana, 1991
7. Korth, Henry F. & Silberschats, Abraham. Fundamentos de Bases de Datos, Segunda Edición, McGraw Hill, 1993
8. Microsoft Press. The Windows Interface Guidelines for Software Design, Microsoft Professional Reference, 1993
9. Microsoft Press. Microsoft Visual Basic Manuals. Ver 4.0, Professional Features, Programmer's Guide, Microsoft Corporation, 1995.
10. Neter, John; William, Wasserman & Kutner, Michael H. Applied Linear Regression Models, Second Edition , Boston, MA, Homewood, IL, Irwin, 1989
11. Potter, Bill; Maxwell, Taylor & Scott, Bryon. Visual Basic Super Bible, Second Edition, Corte Madera, CA, The Waite Group, 1994.
12. Segatore, Luigi & Giananged Diccionario Médico, Editorial Teide, Barcelona 1975, Reimpresión 1978.

**b. Hemerografía.**

1. Baker, Susan P.; O'Neill, Brian; Haddon, William; Long, William B.: The Injury Severity Score for Describing Patients with Multiple Injuries and Evaluating Emergency Care: The Journal of Trauma Vol.14, N.3 : CopyRigth 1974 by The Williams & Wilkins C. : Printed in USA, p.187-196
2. Baker, Susan P.; O'Neill, Brian: The Injury Severity Score An Update: The Journal of Trauma Vol.16, N.11 : CopyRigth 1976 by The Williams & Wilkins C.: Printed in USA, p.882-885
3. Boyd, Carl R.; Tolson, Mary Ann & Copes, Waynmes S. : Evaluating Trauma Care : The TRISS Method: Critical Care Medicine, Vol.27, N.4 : CopyRigth 1987 by The William & Wilkins Co. : Printed in USA, p.370-378
4. Champion, Howard R.; Sacco, William J.; Hannan, Denetta Sue; Lepper, Richard L.; Atzinger, Erwin S.; Copes, Waynes S.; Prall, Robert H.: Assessment of Injury Severity : The Triage Index: Critical Care Medicine Vol.8, N.4 :CopyRigth 1980 by The Williams & Wilkins Co. : Printed in USA, p.201-208
5. Champion, Howard R.; Sacco, William J.; Carnazzo, Anthony J.; Copes, Wayne; Fouty, William J. :Trauma Score : Critical Care Medicine Vol.8, N.4 : CopyRigth 1981 by The Williams & Wilkins Co.: Printed in USA : p.672-676
6. Comittee on Medical Aspects of Automotive Safety (2). : Rating the Severity of Tissue Damage. : JAMA Jan 11, 1971, Vol. 215, N.2. p.277-280
7. Knaus, William A.; Zimmerman, Jack E.; Douglas, P. Wagner; Draper, Elizabeth A.; Lawrence, Diane E. :APACHE -Acuter Physiology And Chronic Evaluation- : A Physiologically Based Classification System. : Critical Care Medicine, Vol.9, N.8 : CopyRigth 1981 by The William & Wilkins Co. : Printed in USA, p591-597

**b. Hemerografía (continuación).**

8. SarhWar, H.; Barash, P.; Kerstein, M.; Camp, K. & Koss, N. : Objective Assessment of Trauma Patient in a Surgical Intensive Care Unit : From the Department of Anesthesiology and Surgery, Yale-New Haven : Medical Center, New Haven, Connecticut. : Critical Care Medicine, Vol.17, N.5 : CopyRigth 1977 by the William & Wilkins Co. : Printed in USA, p.367-372
9. Teasdale, Graham & Jennett, Bryan : Assessment of Coma and Impaired Consciousness : A Practical Scale : The Lancet, July 13, 1974, p.81 : University Department of Neurosurgery : Institute of Neurological Sciences. : Glasgow G51 4TF, p.81-83
10. Walker, Strother H. & Duncan, David B. : Estimation of the Probability of an Event as a Function of Several Independent Variables : Johns Hopkins University. : Printed in Great Britain (1967), 54,1 and 2, p.167-179