

UNIVERSIDAD AMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL



*“Reagrupamiento de las rutas para la distribución de  
suscripciones del periódico “La Prensa” en el  
departamento de Managua”*

**Autor:**

Br. Carlos Eduardo Holmann Barrios

**Monografía para optar al grado de  
Ingeniero Industrial**

**Profesor Tutor**

Ing. Nicolas Arroliga

Managua, Nicaragua, Febrero de 2005

## INDICE

	Número de Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III. MARCO TEÓRICO	
1- Aspectos Generales de Ergonomía.	
1.1 Conceptos	6
1.2 Ergonomía aplicada	7
1.3 Descripción del puesto de trabajo	9
2- Diseño de rutas	
2.1 Puntos de origen y destino separados y sencillos	28
2.2 Puntos múltiples de origen y destino	29
2.3 Puntos coincidentes de origen y destino	29
2.4 Programación y diseño de rutas	30
2.5 Métodos de programación y diseño de rutas	30
2.5.1 Método de “barrido”	
2.5.2 El método de “ahorros”	
3- Metodología de simulación por computadora	
3.1 Clasificación del sistema	32
3.2 Identificación de los componentes de una simulación por computadora	34
4- Componentes del programa ARENA	36
5- Componentes del programa ARCVIEW	43
6- Concepto Benéfico-Costo	
6.1 Relación costo-beneficio	45
6.2 Costo-beneficio en la administración de Proyectos.	46
6.3 Conceptos de costo y beneficio.	47
6.4 Metodología para calculo de costo-beneficio.	47
6.5 Cálculos a utilizar.	48
IV. HIPÓTESIS	49
V. DISEÑO METODOLOGICO	50

## VI. RESULTADOS

1- Diagnóstico para determinar las principales causas y efectos en las condiciones ergonómicas y rutas para la distribución de suscripciones del periódico	
1.1 Entrevista aplicada al departamento de suscripciones	54
1.2 Observación exploratorias a las condiciones del periódico la PRENSA	55
1.3 Encuesta aplicada a los trabajadores de la PRENSA	56
1.4 Análisis de Fortalezas y Debilidades de la situación actual de armado del periódico y rutas del periódico	58
1.5 Diagrama causa-efecto de la situación actual de armado del periódico y rutas de distribución del periódico	59
2- Propuesta de un mapa Georeferenciado de las rutas de distribución del periódico en Managua	
2.1 Estructuración de punto de partida para construir mapa Georeferenciado de Managua	59
2.2 Análisis del mapa Georeferenciado de las rutas de distribución del periódico LA PRENSA	60
2.3 Propuesta del mapa Georeferencia Final de rutas de distribución del periódico LA PRENSA	61
3- Rediseño de rutas con simulación del programa ARC VIEW.	
3.1 Contactos iniciales.	62
3.2 Desarrollo del mapa.	62
3.3 Resultados Obtenidos	63
4- Análisis comparativo del mapa actual y propuesta.	63
5- Propuesta de condiciones optimas ergonómicas para mejorar el flujo del proceso del periódico LA PRENSA.	65
6- Costo-Beneficio	69

VII. CONCLUSIONES.	70
--------------------	----

VIII. RECOMENDACIONES.	72
------------------------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## I. INTRODUCCIÓN

LA PRENSA fue fundada el dos de Marzo de 1926 por los señores Gabry Rivas, Enrique Belli y Pedro Belli, bajo el nombre de sociedad anónima llamada “*Compañía Talleres Gráficos La Prensa*”. Con el pasar de los años dicha sociedad fue cambiando de dueños y fue hasta en el año 1932 cuando el Doctor Pedro Joaquín Chamorro Zelaya quedó como único dueño de la empresa.

En 1951, muere el doctor Chamorro Zelaya y dejó como heredera universal a su esposa Margarita Cardenal de Chamorro y diez años después, el 26 de Marzo de 1961 esta última, junto con sus hijos, constituyó la sociedad anónima “LA PRENSA S.A.” cuyos accionistas en la actualidad son tres de las cinco ramas herederas de la señora Cardenal.

El diario “LA PRENSA” ha sido destruido por los dos grandes terremotos de Managua. En el del año 1931, la destrucción fue prácticamente total y el periódico pasó más de un año sin salir a luz pública. De la misma manera en diciembre de 1972, las instalaciones fueron severamente afectadas obligando su traslado al lugar donde esta actualmente, en el Km. 4 ½ de la carretera norte, e iniciaron operaciones en Marzo de 1973.

Los procesos de impresión de “La Prensa” han ido desde la prensa plana que fue sustituida en 1949 por una DUPLEX rotoplanada, la que a su vez dejó su sitio en 1954 a una rotativa GOSS y luego en 1961 a otra mas grande, HCE, para pasar a partir del terremoto de 1972 al sistema offset.

En el aspecto tipográfico “LA PRENSA” comenzó a hacerse con tipo suelto, después en linotipo y hoy en día por medio de computadoras y maquinaria sofisticada. Actualmente, la empresa cuenta con 357 empleados fijos y 326 eventuales.

Bajo la dirección y gerencia de la empresa funcionan los departamentos siguientes: Ventas Publicitarias y Anuncios, Redacción, Imprenta, Informática, Gerencia de Producción, Gerencia Financiera, Junta Directiva, Gerencia General, Periódico HOY. Además, existe un Consejo editorial el cual se reúne una vez por semana para analizar el concepto ético del periódico. Dicho consejo esta integrado por los señores Emilio Álvarez Montalbán, Jaime Incer Barquero y el Lic. Serrano Caldera.

La línea de “La Prensa”, vista en toda su extensión, es decir, desde el enfoque editorial hasta su intención orientadora e informativa, ha estado inclinada con toda energía hacia el interés de las mayorías, que en Nicaragua como en muchos otros países, han sido históricamente empobrecidas y marginadas.

A partir de los noventa la demanda y oferta de la Prensa ha crecido aceleradamente. La Prensa el cual tiene dos puntos fuertes de ventas; el primero la ventas a través de suscriptores el cual los repartidores se encargan de dejar los periódicos a domicilio, el segundo son las agencias que distribuyen el periódico en todo el país.

A partir de la creciente demanda de la venta a domicilio (suscripciones) surgen problemas mínimos, ya que se podía satisfacer en tiempo y forma a la demanda existente. Actualmente dichos problemas han crecido debido a diversas causas que conllevan a efectos que perjudican la eficiencia y eficacia del trabajo. El problema actual en el área de suscripciones es no cumplir con la entrega en tiempo y forma hasta su destinatario.

Las principales causas se deben a:

***Proceso de inserción y condiciones ergonómicas:***

Actualmente el proceso de armado de periódico resulta monótono, rutinario y repetitivo. Cada individuo es responsable de armar todas las suscripciones que tiene a su cargo y debido a que no hay trabajo en equipo crea un clima organizacional no apto para el área de armado.

Así mismo las condiciones ergonómicas donde se arma el periódico no son las más adecuadas, y el desempeño de todos los trabajadores no es eficiente.

### ***Cumplimiento con los horarios***

El no cumplir con puntualidad la entrega de periódicos en Managua es uno de los principales problemas y causante de los constantes reclamos por parte de los clientes. Por un lado las condiciones ergonómicas adecuadas (área de armado), la falta de supervisión que controle y coordine la puntualidad de la entrega en tiempo y forma, la inasistencia de los empleados y falta de motivación dan como resultado que no se entregue a tiempo el periódico (alrededor de las 5:00 AM)

### ***Reagrupamiento de rutas***

Las rutas actuales no cumplen con las necesidades de demanda y cumplimiento de los horarios establecidos, lo que causa altos costos para la empresa y crecimiento de los reclamos por parte de los clientes.

El presente estudio tiene como fin elaborar un reagrupamiento de rutas al periódico “La Prensa” con el fin de mejorar los horarios estipulados en entrega del periódico en Managua, disminuir los reclamos actuales por parte de sus clientes y brindar sugerencias para mejorar las condiciones ergonómicas de los trabajadores.

Los pasos que se siguieron se cumplieron en tres etapas importantes.

- 1) Realización de un diagnóstico con el fin de conocer las condiciones ergonómicas actuales donde se arma el periódico, entrevistas con la gerencia general del departamento de ventas y la aplicación de una encuesta a los trabajadores.
- 2) Diseñar un mapa que reorganice en grupos de suscriptores la entrega de periódico con el fin de conocer sus principales ventajas y desventajas, para poder desarrollar una mejor propuesta optimizando recursos.
- 3) Sugerir ideas que mejoren las condiciones ergonómicas del armado de periódico y de rutas *ad hoc* a las necesidades actuales de entrega oportuna del periódico.

El resultado final de este estudio será evaluado por la empresa con el fin de implementar dicha propuesta, ya que este estudio sería punto de partida para mejorar las condiciones en otros lugares de Nicaragua (a nivel de agencias).

## **II. OBJETIVOS**

### ***Objetivo General***

Realizar una distribución sectorial de las rutas que se utilizan en la distribución de las suscripciones del diario “La Prensa” en el departamento de Managua, con el fin de lograr entregar todos los periódicos en tiempo y forma debida a todos los destinatarios (5:00 AM).

### ***Objetivos Específicos***

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de las rutas de distribución de suscripciones y del proceso de armado del periódico, en el diario La Prensa.
2. Elaborar un mapa georeferenciado que permita ubicar a todos los suscriptores, con el propósito de optimizar las rutas de distribución de suscripciones.
3. Reagrupar las rutas de distribución con la ayuda de un software de simulación, que permita obtener datos precisos para el análisis de cada ruta.
4. Reorganizar la distribución de puestos en el área de armado para lograr mejorar el flujo del proceso y organigrama en el departamento de suscripciones.
5. Realizar un análisis de costo beneficio con el fin de demostrarle a la empresa la necesidad de realizar los cambios estipulados en el rediseño de rutas.

## **III. MARCO TEÓRICO**

### **1. ASPECTOS GENERALES DE ERGONOMÍA.**



## 1.1 Conceptos

No existe una definición oficial de la ergonomía. Se puede definir como "El estudio científico de las relaciones del hombre y su medio de trabajo. Se considera a la ergonomía una tecnología.

Tecnología es la práctica, descripción y terminología de las ciencias aplicadas, que consideran en su totalidad o en ciertos aspectos, poseen un valor comercial.

La ergonomía utiliza ciencias como la medicina, el trabajo, la fisiología y la antropometría.

La medicina del trabajo fue definida en 1950, por OIT como:

"La rama de la medicina que tiene por objeto promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores en todas las profesiones; prevenir todo daño a su salud causando por las condiciones de trabajo; protegerlos contra los riesgos derivados de la presencia de agentes perjudiciales a su salud; colocar y mantener al trabajador en un empleo conveniente a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas; en suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su labor"

La fisiología del trabajo es la ciencia que se ocupa de analizar y explicar las modificaciones y alteraciones que se presentan en el organismo humano por efecto del trabajo realizado, determinación así capacidades máximas de los operarios para diversas actividades y el mayor rendimiento del organismo fundamentados científicamente. El campo de estudios de la psicología del trabajo abarca cuestiones tales como el tiempo de reacción, la memoria, el uso de la teoría de la información, el análisis de tareas, la naturaleza de las actividades, en concordancia con la capacidad mental de los trabajadores, el sentimiento de haber efectuado un buen trabajo, la persecución de que el trabajador es debidamente apreciado, las relaciones con colegas y superiores.

La sociología del trabajo indaga la problemática de la adaptación del trabajo, manejando variables, tales como edad, grado de instrucción, salario, habitación,

ambiente familiar, transporte y trayectos, valiéndose de entrevistas, encuestas y observaciones.

La antropometría es el estudio de las proporciones y medidas de las distintas partes del cuerpo humano, como son la longitud de los brazos, el peso, la altura de los hombros, la estatura, la proporción entre la longitud de las piernas y la del tronco, teniendo en cuenta la diversidad de medidas individuales en torno al promedio; análisis, asimismo, el funcionamiento de las diversas palancas musculares e investiga las fuerzas que pueden aplicarse en función de la posición de diferentes grupos de músculos.

## **1.2 Ergonomía aplicada**

La ergonomía industrial como un campo de conocimiento nuevo que interviene en el campo de la producción, es relativamente nuevo en nuestro país, nuevo por el poco conocimiento de esta y su aplicación, pero que ha venido desarrollándose y aplicándose en algunas empresas grandes cuyo corporativo está fuera de nuestro país. Sin embargo, cada día mediante la difusión en congresos, encuentros y cursos, empieza a tener demanda y resultados en su aplicación.

La ergonomía se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características que son relevantes para el diseño. El diseño ergonómico es la aplicación de estos conocimientos para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y ambientes seguros, confortables y de uso humano efectivo.

El término ergonomía se deriva de las palabras griegas *ergos*, trabajo; *nomos* leyes naturales o conocimiento o estudio. Literalmente estudio del trabajo.

La ergonomía tiene dos grandes ramas: una se refiere a la ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones.

Una segunda disciplina, algunas veces se refiere a los "Factores Humanos", que está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones.

La ergonomía está comprendida dentro de varias profesiones y carreras académicas como la ingeniería, higiene industrial, terapia física, terapeutas ocupacionales, enfermeras, quiroprácticos, médicos del trabajo y en ocasiones con especialidades de ergonomía.

También el entrenamiento en ergonomía puede ser a través de cursos, seminarios y diplomados.

Los siguientes puntos se encuentran entre los objetivos generales de la ergonomía:

- reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.
- aumento de la producción.
- mejoramiento de la calidad del trabajo.
- disminución del ausentismo.
- aplicación de las normas existentes.
- disminución de la pérdida de materia prima.
- Estos métodos por los cuales se obtienen los objetivos son :
- apreciación de los riesgos en el puesto de trabajo.
- identificación y cuantificación de las condiciones de riesgo en el puesto de trabajo.
- recomendación de controles de ingeniería y administrativos para disminuir las condiciones identificadas de riesgos.
- educación de los supervisores y trabajadores acerca de las condiciones de riesgo.

### **1.3 Descripción del puesto de trabajo.**

El ambiente de trabajo se caracteriza por la interacción entre los siguientes elementos:

1. *El trabajador* con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.

2. *El puesto de trabajo* que comprende: las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores controles y otros objetos de trabajo.
3. *El ambiente de trabajo* que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

La interacción de estos aspectos determina la manera por la cual se desempeña una tarea y de sus demandas físicas. Por ejemplo, una carga de 72.5 Kg. a 1.77 m, el trabajador masculino carga 15.9 Kg. desde el piso generando 272 Kg. de fuerza de los músculos de la espalda baja.

Cuando la demanda física de las tareas aumenta, el riesgo de lesión también, cuando la demanda física de una tarea excede las capacidades de un trabajador puede ocurrir una lesión.

### ***Factores de riesgo de trabajo.***

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones, estas características se le llaman factores de riesgo de trabajo e incluyen:

Características físicas de la tarea (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral).

- Posturas
- Fuerza
- Repeticiones
- Velocidad/aceleración
- Duración
- Tiempo de recuperación
- Carga dinámica
- Vibración por segmentos.
- Características ambientales (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral).
- Estrés por el calor
- Estrés por el frío

- Vibración hacia el cuerpo
- Iluminación
- Ruido

### ***La postura***

Es la posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura agachado se asocia con un aumento en el riesgo de lesiones.

Generalmente se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones.

Posturas específicas que se asocian con lesiones. Ejemplos:

En la muñeca:

- La posición de extensión y flexión se asocian con el síndrome del túnel del carpo.
- Desviación ulnar mayor de 20 grados se asocia con un aumento del dolor y de datos patológicos.

En el hombro:

- Abducción o flexión mayor de 60 grados que se mantiene por más de una hora/día, se relaciona con dolor agudo de cuello.
- Las manos arriba o a la altura del hombro se relacionan con tendinitis y varias patologías del hombro.

En la columna cervical:

- Una posición de flexión de 30 grados toma 300 minutos para producir síntomas de dolor agudo, con una flexión de 60 grados toma 120 minutos para producir los mismos síntomas.
- La extensión con el brazo levantado se ha relacionado con dolor y adormecimiento cuello-hombro, el dolor en los músculos de los hombros disminuye el movimiento del cuello.

En la espalda baja:

- el ángulo sagital en el tronco se ha asociado con alteraciones ocupacionales en la espalda baja.

*Normas:*

ISO (International Standards Organization) 6385: Principios ergonómicos en el diseño de los sistemas de trabajo.

ANSI B11 TR-1-1993: Guías ergonómicas para el diseño, instalación y uso de máquinas y herramientas.

ANSI Z-365: Control del trabajo relacionado con alteraciones de trauma acumulativo.

Normas de Higiene y Seguridad de la STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social).

La postura puede ser el resultado de los métodos de trabajo (agacharse y girar para levantar una caja, doblar la muñeca para ensamblar una parte) o las dimensiones del puesto de trabajo (estirarse para alcanzar y obtener una pieza en una mesa de trabajo de una localización alta; arrodillarse en el almacén en un espacio confinado).

Se han estudiado tres condiciones comunes de las dimensiones del espacio de trabajo como las estaciones de trabajo con vídeo, estaciones de trabajo de pie y estaciones de microscopía electrónica.

Estación de trabajo de pie.

De acuerdo a Grandjean, la altura óptima de la superficie de trabajo donde el trabajo de manufactura que se realice depende de la altura de codo de los trabajadores y de la naturaleza del trabajo.

Para trabajo de precisión, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 5 a 10 cm por abajo del codo, lo cual sirve de soporte reduciendo las cargas estáticas en los hombros. Para trabajo ligero, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 10 a 15 cm por abajo del codo para materiales y herramientas pequeñas. Para trabajo pesado, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 15 a 40 cm abajo del codo para permitir un buen trabajo muscular de la extremidad superior.

### ***Fuerza***

Las tareas que requieren fuerza pueden verse como el efecto de una extensión sobre los tejidos internos del cuerpo, por ejemplo, la compresión sobre un disco espinal por la carga, tensión alrededor de un músculo y tendón por un agarre pequeño con los dedos, o características físicas asociadas con un objeto externo al cuerpo como el peso de una caja, presión necesaria para activar una herramienta o la que se aplica para unir dos piezas. Generalmente a mayor fuerza, mayor grado de riesgo. Se han asociado grandes fuerzas con riesgo de lesiones en el hombro y cuello, la espalda baja y el antebrazo, muñeca y mano.

Es importante notar que la relación entre la fuerza y el grado de riesgo de lesión se modifica por otros factores de riesgo, tales como postura, aceleración, velocidad, repetición y duración.

Dos ejemplos de interrelación de la fuerza, postura, velocidad, aceleración, repetición y duración son las siguientes:

1. Una carga de 9 Kg. en un plano de manera lenta y suave directamente al frente del cuerpo de un estante de 71 cm a otro de 81 cm puede ser de menor riesgo que un peso de 9 Kg. cargado rápidamente 60 veces en 10 minutos del piso a un gabinete de 1.52 m
2. Una flexión del cuello a 45 grados por un minuto, puede ser de menor riesgo que la flexión de 45 grados durante 30 minutos.

Un buen análisis de las herramientas (véase la ecuación de carga revisada de NIOSH de 1991) reconoce las interrelaciones de la fuerza con otros factores de riesgo relacionados con riesgos de sobreesfuerzo.

Existen cinco condiciones de riesgo agregadas con la fuerza, que han sido estudiados ampliamente por los ergónomos. Estos no son riesgos rudimentarios, son condiciones del puesto de trabajo que representan una combinación de factores de riesgo con componentes significativos. La apariencia común en el puesto de trabajo y la fuerte asociación con la lesión se ve a continuación.

#### *Fuerza estática.*

Esta se ha definido de diferentes maneras, la fuerza estática generalmente es el desempeño de una tarea en una posición postural durante un tiempo largo. Esta condición es una combinación de fuerza, postura y duración.

El grado de riesgo es la proporción combinada de la magnitud y la resistencia externa; lo difícil de la postura es el tiempo y la duración.

#### *Agarre.*

El agarre es la conformación de la mano a un objeto acompañado de la aplicación de una fuerza para manipularlo, por lo tanto, es la combinación de una fuerza



con una posición. El agarre se aplica a herramientas, partes y objetos en el puesto de trabajo durante el desempeño de una tarea.

Para generar una fuerza específica, el agarre fino con los dedos requiere de mayor fuerza muscular, que un agarre potente (objeto en la palma de la mano), por lo tanto, un agarre con los dedos tiene un mayor riesgo de provocar lesiones.

La relación entre el tamaño de la mano y del objeto influyen en los riesgos de lesiones. Se reduce la fuerza física cuando el agarre es de un centímetro o menos que el diámetro del agarre con los dedos.

#### *Trauma por contacto.*

Existen dos tipos de trauma por contacto:

1. estrés mecánico local que se genera al tener contacto entre el cuerpo y el objeto externo como ocurre en el antebrazo contra el filo del área de trabajo.
2. estrés mecánico local generado por golpes de la mano contra un objeto.

El grado de riesgo de lesión está en proporción a la magnitud de la fuerza, duración del contacto y la forma del objeto.

#### *Guantes.*

Dependiendo del material, los guantes pueden afectar la fuerza de agarre con los dedos del trabajador para un nivel determinado de fuerza muscular. El trabajador que usa guantes, puede generar una mayor fuerza muscular que cuando no los utiliza. La mayor fuerza se asocia con un aumento de riesgo de lesiones.

#### *Ropa térmica.*

La ropa que se usa para proteger al trabajador del frío o de otros elementos físicos puede aumentar la fuerza necesaria para realizar una tarea.

#### **Velocidad/Aceleración.**

La velocidad angular es la rapidez de las partes del cuerpo en movimiento. La aceleración de la flexión, extensión de la muñeca de 490 grados/segundo y en aceleración de 820 grados/segundo son de alto riesgo. Asociados a la velocidad angular del tronco y la velocidad de giros con un riesgo ocupacional medio y alto se relacionan con alteraciones de espalda baja.

### ***Repetición.***

La repetición es la cuantificación del tiempo de una fuerza similar desempeñada durante una tarea. Un trabajador puede cargar desde el piso tres cajas por minuto; un trabajador de ensamble puede producir 20 unidades por hora. Los movimientos repetitivos se asocian por lo regular con lesiones y molestias en el trabajador. A mayor número de repeticiones, mayor grado de riesgo. Por lo tanto, la relación entre las repeticiones y el grado de lesión se modifica por otros factores como la fuerza, la postura, duración y el tiempo de recuperación. No existen valores límites, (como ciclos/unidad de tiempo, movimientos/unidad de tiempo) asociados con lesiones.

### ***Duración.***

Es la cuantificación del tiempo de exposición al factor de riesgo. La duración puede verse como los minutos u horas por día que el trabajador está expuesto al riesgo. La duración también se puede ver como los años de exposición de un trabajo al riesgo.

En general a mayor duración de la exposición al factor de riesgo, mayor el riesgo.

Se han establecido guías de límites de duración específica, para factores de riesgo, que pueden ser aisladas. Estos incluyen:

- Vibraciones del cuerpo - ISO 2631, British Standard Institution No. DD 32

- Vibraciones en segmentos - ISO/DIS 5349.2, ACGIH valores de límites umbrales para sustancias químicas y agentes físicos e índices de exposición biológica.
- Ruido - ISO 2204, OSHA standard 29 CFR 1910.95.
- Los límites de duración para factores de riesgo que se pueden aislar ( fuerza, repetición, postura durante un ensamble de piezas pequeñas) no han sido establecidos. Por lo tanto, la duración se ha asociado con lesiones de tareas particulares que involucran una interacción de los factores de riesgo.

### ***Tiempo de recuperación.***

Es la cuantificación del tiempo de descanso, desempeñando una actividad de bajo estrés o de una actividad que lo haga otra parte del cuerpo descansada.

Las pausas cortas de trabajo tienden a reducir la fatiga percibida y periodos de descanso entre fuerzas que tienden a reducir el desempeño.

El tiempo de recuperación necesario para reducir el riesgo de lesión aumenta con la duración de los factores de riesgo. El tiempo de recuperación mínimo específico no se ha establecido.

### ***Fuerza dinámica.***

El sistema cardiovascular provee de oxígeno y metabolitos al tejido muscular. La respuesta del cuerpo es aumentando la frecuencia respiratoria y cardiaca.

Cuando las demandas musculares de metabolitos no se satisfacen o cuando la necesidad de energía excede al consumo se produce ácido láctico, produciendo fatiga.

Si esto ocurre en una área del cuerpo (músculos del hombro por repeticiones durante largos periodos de abducción), la fatiga se localiza y caracteriza por cansancio e inflamación.

Si ocurre a nivel general del cuerpo ( por acarreo pesado, carga, subir escaleras se produce fatiga en todo el cuerpo y puede producir un accidente cardiovascular).

También un aumento de la temperatura del ambiente puede causar un incremento de la frecuencia cardiaca, contrario a cuando disminuye la temperatura. Por lo tanto, para un trabajo dado, el estrés metabólico puede ser influido por el calor ambiental.

### ***Vibración segmentaria.***

La vibración puede causar una insuficiencia vascular de la mano y dedos (enfermedad de Raynaud o vibración de dedo blanco), también esto puede interferir en los receptores sensoriales de retroalimentación para aumentar la fuerza de agarre con los dedos de las herramientas.

Además, una fuerte asociación se ha reportado entre el síndrome del túnel del carpo y la vibración segmentaria.

### ***Estrés al calor***

El estrés al calor es la carga corporal a la que el cuerpo debe adaptarse. Este es generado extensamente de la temperatura ambiental e internamente del metabolismo del cuerpo.

El calor excesivo puede causar choque, una condición que puede poner en peligro la vida resultando en un daño irreversible. Una condición menos seria asociada con el calor excesivo incluye fatiga, calambres y alteraciones relacionadas por golpe de calor, por ejemplo, deshidratación, desequilibrio hidroelectrolítico, pérdida de la capacidad física y mental durante el trabajo.

### ***Estrés al frío.***

Es la exposición del cuerpo al frío. Los síntomas sistémicos que el trabajador puede presentar cuando se expone al frío incluyen estremecimiento, pérdida de la conciencia, dolor agudo, pupilas dilatadas y fibrilación ventricular.

El frío puede reducir la fuerza de agarre con los dedos y la pérdida de la coordinación.

### ***Vibración en todo el cuerpo.***

La exposición de todo el cuerpo a la vibración, normalmente a los pies, glúteos al manejar un vehículo da como resultado riesgos de trabajo. La prevalencia de reportes de dolor de espalda baja puede ser mayor en los conductores de tractores que en trabajadores mas expuestos a vibraciones aumentando así el dolor de espalda con la vibración. Los operadores de palas mecánicas con al menos 10 años de exposición a la vibración de todo el cuerpo mostraron cambios morfológicos en la columna lumbar y es mas frecuente que en la gente no expuesta.

### ***Iluminación.***

Con la industrialización, la iluminación ha tomado importancia para que se tengan niveles de iluminación adecuados. Esto ofrece riesgos alrededor de ciertos ambientes de trabajo como problemas de deslumbramiento y síntomas oculares asociados con niveles arriba de los 100 luxes. Las diferencias en la función visual en el transcurso de un día de trabajo entre operadores de terminales de computadoras y cajeros que trabajan en ambientes iluminados son notables, por señalar un caso.

Las recomendaciones de iluminación en oficinas son de 300 a 700 luxes para que no reflejen se puede controlar con un reóstato. El trabajo que requiere una agudeza visual alta y una sensibilidad al contraste necesita altos niveles de iluminación. El trabajo fino y delicado debe tener una iluminación de 1000 a 10 000 luxes.

### ***Ruido.***

El ruido es un sonido no deseado. En el ambiente industrial, este puede ser continuo o intermitente y presentarse de varias formas como la presión de un troquel,

zumbido de un motor eléctrico. La exposición al ruido puede dar como consecuencia zumbido de oídos temporal o permanente, tinnitus, paraacusia o disminución de la percepción auditiva.

Si el ruido presenta una mayor duración hay mayor riesgo a la hipoacusia o disminución de la audición. También el ruido por abajo de los límites umbrales puede causar pérdida de la audición porque interfiere con la habilidad de algunas personas para concentrarse.

Otros riesgos del puesto de trabajo

Los riesgos de trabajo señalados por la ergonomía industrial son una lista de lesiones presentes en el ambiente laboral. Entre otros se incluyen:

- estrés laboral
- monotonía laboral
- demandas cognoscitivas
- organización del trabajo
- carga de trabajo
- horas de trabajo (carga, horas extras)
- paneles de señales y controles
- resbalones y caídas
- fuego
- exposición eléctrica
- exposición química
- exposición biológica
- radiaciones ionizantes
- radiaciones de microondas y radiofrecuencia
- Los profesionistas de la higiene y seguridad industrial, de ergonomía y factores humanos, médicos del trabajo, enfermeras ocupacionales deben evaluar y controlar estos riesgos. Es necesario que el ergónomo reconozca las capacidades de los individuos y las relaciones con el trabajo, para obtener como resultado un sitio de trabajo seguro y adecuado.

### ***Estimación del puesto de trabajo para las condiciones de riesgo ergonómico***

Esta evaluación se da en dos pasos: 1) identificación de la existencia de riesgos ergonómicos y, 2) cuantificación de los grados de riesgo ergonómico.

#### *Identificación de los riesgos ergonómicos*

Existen varios enfoques que pueden ser aplicados para identificar la existencia de riesgos ergonómicos. El método utilizado depende de la filosofía de la empresa (participación de los trabajadores en la toma de decisiones), nivel de análisis (evaluar un puesto o toda la empresa) y preferencia personal.

Como ejemplos de enfoques para identificar las condiciones de riesgos ergonómicos se incluyen:

1. Revisión de las normas de Higiene y seguridad. Analizar la frecuencia e incidencia de lesiones de trauma acumulativo (síndrome del túnel del carpo, tendinitis de la extremidad superior, dolor de la espalda baja o lumbar).
2. Análisis de la investigación de los síntomas: información del tipo, localización, duración y exacerbación de los síntomas sugestivos de condiciones asociadas con factores de riesgos ergonómicos, como el dolor de cuello, hombros, codos y muñeca.
3. Entrevista con los trabajadores, supervisores. Preguntas acerca del proceso de trabajo (¿qué?, ¿Cómo? y ¿Porque?) que pueden revelar la presencia de factores de riesgo. También preguntas acerca de los métodos de trabajo (¿es difícil desempeñar el trabajo?) pueden revelar condiciones de riesgo.
4. Facilidades alrededor del trabajo como los movimientos o el caminar. Con el conocimiento del proceso y los esquemas de trabajo, el sitio de trabajo debe observarse para detectar la presencia de condiciones de riesgo.

Un *checklist* general resumido, puede aplicarse a cada trabajo o al que se ha identificado con características de riesgo ergonómico.

Un resumen de checklist específico de la naturaleza del trabajo puede ser de gran valor.

- trabajo de almacén. Listado de verificación del manejo manual de materiales.
- trabajo de ensamble. Listado de verificación para los miembros superiores para alteraciones de trauma acumulativo.
- Estaciones de trabajo. Listado de verificación para el diseño de los puestos de trabajo.

### ***Cuantificación de los riesgos ergonómicos***

Cuando la presencia de riesgos ergonómicos se ha establecido, el grado de riesgo asociado con todos los factores deben ser evaluados. Para esto, es necesario la aplicación de herramientas analíticas de ergonomía y el uso de guías específicas.

#### *Herramientas de análisis ergonómico*

Hay una gran variedad de herramientas para el análisis ergonómico, estas se orientan frecuentemente a un tipo específico de trabajo. Por ejemplo, manejo manual de materiales; o de una zona particular del cuerpo como la muñeca, codo u hombro.

Estas técnicas también pueden variar en sus conclusiones, pueden dar prioridad al trabajo cuantificando las actividades asociadas con el aumento de riesgos de lesiones o de límites de peso recomendados para levantar.

El analista determina que tipo de evaluación y técnica es mejor para evaluar los riesgos de lesiones laborales basados en un conocimiento de las aplicaciones de determinada herramienta, gusto o facilidad por alguna de ella.

Una buena técnica puede ofrecer una buena aproximación de los grados de riesgo. Variaciones en la fisiología individual, historia de la lesión, métodos de trabajo y otros factores que influyen en una persona para que presente una lesión. Además, muchas herramientas no se han probado adecuadamente para implementarlas y validarlas, esto refleja el avance y conocimiento cada vez mejor de la ergonomía hacia aspectos más difíciles de encontrar en el trabajador y su puesto de trabajo.



A despecho de estos comentarios, estas herramientas ergonómicas ofrecen un método estándar de analizar razonable y objetivamente los riesgos de trabajo.

Las técnicas que siguen son entre muchas de las más útiles y que han demostrado su efectividad en la evaluación de riesgos:

- RULA - Rapid Upper Limb Assessment. Evaluación rápida de miembros superiores, para investigar los riesgos de trauma acumulativo como la postura, fuerza y análisis del uso de músculos.
- OWAS - Ovako Working posture Analysis System. Analiza como prioridad a la postura y la carga.
- Evaluación de Drury para movimientos repetitivos. Analiza la postura, repetición e incomodidad que el trabajador presenta al realizar movimientos de alto riesgo.
- Observación y análisis de la mano y la muñeca. Cuantifica las extensiones asociadas con factores de riesgo de agarre de los dedos, fuerzas grandes, flexión de muñeca, extensión, desviación ulnar; presión sobre herramientas y uso de objetos con la mano.
- Modelo de fuerza compresiva de Utah. Evalúa los riesgos de la espalda baja en un tiempo de una tarea de carga basada en la compresión de discos lumbares.
- Modelo del momento del hombro. Evalúa el riesgo del hombro en una carga comparando el momento de la capacidad individual.
- Guías prácticas de trabajo NIOSH (1981). Evalúa los riesgos de carga basados en los parámetros de NIOSH.
- Ecuación revisada de carga de NIOSH (1991). Evalúa los riesgos de trabajo con cargas basado en los parámetros de NIOSH.
- Modelo metabólico de la AAMA. Evalúa los riesgos de la carga física de una tarea.
- Análisis antropométrico. Determina las dimensiones apropiadas al puesto de trabajo para varios tamaños del cuerpo.
- Análisis detallado por Checklist para estaciones de trabajo de computación.

### *Guía para evaluación de riesgos de trabajo ambientales*

Hay una fuerte relación entre las condiciones de riesgo entre el ambiente y las lesiones del trabajador. Las guías de herramientas analíticas se han desarrollado por las sociedades profesionales y utilizadas para determinar el grado de riesgo. Las guías para cada riesgo ambiental presentan métodos para medir evaluar las condiciones ambientales. Las sugerencias de control se hacen frecuentemente.

Las guías categorizadas por las condiciones de riesgo incluyen:

- estrés al calor. Normas ACGIH de los valores límites de sustancias químicas, agentes físicos e índices de exposición.
- Estrés al frío. Normas ACGIH de los valores límites.
- Vibración por segmentos. Normas ISO 5439 (1986). ANSI S3.34 (1986).
- Vibración de todo el cuerpo. ISO 2631 (1974).
- Iluminación. Normas de Higiene y Seguridad STPS.
- Ruido. Normas de Higiene y seguridad STPS. OSHA Standard 29 CFR 1910.95.

### ***Prevención y control de riesgos ergonómicos***

Actualmente están establecidos dos tipos de soluciones para reducir la magnitud de los factores de riesgo: controles de ingeniería y administrativos.

#### ***Controles de ingeniería***

Los controles de ingeniería cambian los aspectos físicos del puesto de trabajo. Incluyen acciones tales como modificaciones del puesto de trabajo, obtención de equipo diferente o cambio de herramientas modernas. El enfoque de los controles de ingeniería identifica el estrés como malas posturas, fuerza y repetición entre otros, eliminar o cambiar aquéllos aspectos del ambiente laboral que afectan al trabajador.

Los controles de ingeniería son los métodos preferidos para reducir o eliminar los riesgos de manera permanente.

### ***Controles administrativos***

Los controles administrativos van a realizar cambios en la organización del trabajo. Este enfoque es menos amplio que los controles de ingeniería pero son menos dependientes.

Los controles administrativos incluyen los siguientes aspectos:

- Rotación de los trabajadores.
- Aumento en la frecuencia y duración de los descansos.
- Preparación de todos los trabajadores en los diferentes puestos para una rotación adecuada.
- Mejoramiento de las técnicas de trabajo.
- Acondicionamiento físico a los trabajadores para que respondan a las demandas de las tareas.
- Realizar cambios en la tarea para que sea mas variada y no sea el mismo trabajo monótono.
- Mantenimiento preventivo para equipo, maquinaria y herramientas.
- Desarrollo de un programa de auto mantenimiento por parte de los trabajadores.
- Limitar la sobrecarga de trabajo en tiempo.

### ***Implementación de los controles.***

Una vez realizadas las soluciones sugeridas, la evaluación y soluciones ergonómicas deben ser revisadas por los trabajadores y los supervisores, con pruebas de los prototipos ( si hay cambio o rediseño del puesto de trabajo) deben ser evaluados, para asegurarse que los riesgos identificados se han reducido o eliminados y que no producen nuevos riesgos de trabajo. Estas evaluaciones deben realizarse en el puesto de trabajo.

*Implementación del programa ergonómico.*

Un programa ergonómico es un método sistemático de prevenir, evaluar y manejar las alteraciones relacionadas con el sistema músculo-esquelético. Los elementos son los siguientes:

- Análisis del puesto de trabajo.
- Prevención y control de lesiones.
- Manejo médico.
- Entrenamiento y educación.

*Esto se puede logra mediante la formación de un equipo ergonómico.*

Es con la prevención de accidentes, lesiones y enfermedades laborales que debe formarse o fortalecerse un equipo de ergonomía. Esto requiere de la formación de un comité de administración, ya que cada uno de los miembros actúa a un nivel del programa.

El tamaño del equipo y el estilo del programa puede variar, dependiendo del tamaño de la empresa. Pero una persona que tenga autoridad y toma de decisiones en relación a lo económico y de los recursos necesarios debe estar al frente.

Para empresas pequeñas, el equipo de ergonomía debe constar de:

- Representante sindical
- Administradores y supervisores
- Personal de mantenimiento
- Personal de higiene y seguridad
- Medico o enfermera o ambos
- Para empresas grandes, además de los anteriores:
- Ingenieros
- Personal de recursos humanos
- Medico del trabajo

- Ergónomo.

Los elementos de un programa ergonómico se compone básicamente de cuatro elementos:

- Análisis del puesto de trabajo. Se revisa, analiza e identifica el trabajo en relación a dicho puesto, que puede presentar riesgos musculares y sus causas.
- Prevención y control de riesgos. Disminuye o elimina los riesgos identificados en el puesto de trabajo, cambiando el trabajo, puesto, herramienta, equipo o ambiente.
- Manejo médico. Aplicación adecuada y efectiva de los recursos médicos para prevenir las alteraciones relacionadas con el sistema muscular o enfermedades laborales.
- Entrenamiento y educación. Educación que se le facilita a los administradores y trabajadores para entender y evitar los riesgos potenciales de lesiones, sus causas, síntomas, prevención y tratamiento<sup>1</sup>.

## **2- DISEÑO DE RUTAS.**

Dado que los costos de transportación normalmente se hallan entre un tercio y dos tercios de los costos logísticos totales, mejorar la eficiencia mediante la máxima utilización del equipo de transportación y de su personal es una preocupación importante. El tiempo durante el cual los artículos están en tránsito se refleja en el número de envíos que pueden hacerse con un vehículo en un periodo dado, así como en los costos totales de transportación para todos los envíos. Un problema frecuente en la toma de decisiones es reducir los costos de transportación y mejorar el servicio al cliente encontrando mejores caminos que debería seguir un vehículo en una red de carreteras, líneas ferroviarias, líneas de embarque o rutas de navegación aérea que minimicen el tiempo o la distancia.

Aunque hay muchas variaciones dentro de los problemas de diseño de rutas, podemos reducirlas a unos cuantos tipos básicos. Está el problema de cómo hallar un camino a través de una red donde el punto de origen es diferente del punto del destino.

---

<sup>1</sup> Principios de Ergonomía. Internet.

Hay un problema parecido cuando existen múltiples puntos de origen y de destino. Además, el problema de diseñar las rutas cuando los puntos de origen y destino son los mismos.

### **2.1 Puntos de origen y destino separados y sencillos.**

El problema de diseñar la ruta para un vehículo a través de una red ha sido resuelto de manera detallada por métodos elaborados específicamente para ello. Quizá la técnica más sencilla y más directa sea el método de la ruta más corta. El método puede ser parafraseado como sigue: Nos dan una red representando por vínculos y nodos, donde los nodos son los puntos de conexión entre los vínculos, y los vínculos son los costos (distancias, tiempos o una combinación de ambos, formados como un valor promedio de tiempo y distancia) para pasar entre los nodos. Inicialmente, todos los nodos son considerados sin resolver, es decir, que todavía no se encuentran dentro de una ruta definida. Un nodo resuelto está dentro de la ruta. Si se comienza con el origen en forma de un nodo resuelto entonces:

- Objetivo de la iteración  $n$ . Halle el nodo más cercano al origen.
- Entrada para iteración  $n$ . Los nodos  $(n-1)$  son los más cercanos al origen, resueltos por iteraciones previas, que incluyen su ruta más corta y la distancia del origen. Estos nodos, más el origen, se llamarán nodos resueltos; los otros son los nodos no resueltos.
- Candidatos para el nodo  $n$  más cercano. Cada nodo resuelto que esté directamente conectado por una rama a uno o más nodos no resueltos suministra un candidato, el nodo no resuelto con la rama de conexión más cercana. Las uniones suministran candidatos adicionales.
- Cálculo del nodo  $n$  más cercano. Para cada nodo resuelto de esta manera y sus candidatos se suma la distancia que haya entre ellos y se añade la distancia de la ruta más corta a este nodo resuelto desde el origen. El candidato con la menor distancia total será el nodo  $n$  más cercano (las uniones suministran nodos resueltos adicionales), y su ruta más corta es la que genera la distancia.

### **2.2 Puntos múltiples de origen y destino.**

Cuando haya puntos múltiples de origen que puedan servir a múltiples puntos de destino, hay un problema de asignación de los destinos a esos orígenes, así como también para hallar las mejores rutas entre ellos. Este problema ocurre, normalmente, cuando hay más de un vendedor, planta o almacén para servir a más de un cliente el mismo producto.

Es aún más complicado cuando los puntos de origen están limitados por la cantidad de demanda total del cliente que puede suministrarse desde cada ubicación. A este tipo de problema se aplica con frecuencia una clase especial de algoritmo de programación lineal conocido como método de transporte.

### **2.3 Puntos coincidentes de origen y destino.**

Es responsable de la logística con frecuencia encara problemas de diseño de rutas en los que el punto de origen es el mismo que el punto de destino. Esta clase de problema de diseño de rutas ocurre, por lo general, cuando los vehículos de transporte son de propiedad privada.

Este tipo de problemas de diseño de rutas es una extensión del problema de puntos separados de origen y destino, pero el requisito de que la vuelta no está completa hasta que el vehículo regresa a su punto de partida, añade una dimensión que lo complica. El objetivo es hallar la secuencia en la que los puntos deberían visitarse, de manera que se pueda reducir al máximo el tiempo o la distancia total del recorrido.

El problema de diseño de ruta de origen y destino coincidentes por lo general se conoce como problema de “agente viajero”. Se han propuesto numerosos métodos para resolverlo. Encontrar la ruta óptima para un problema en particular no ha sido práctico para dichos problemas, cuando éstos contienen muchos puntos o se necesita hallar rápidamente una solución. El tiempo de cálculo en las computadoras más rápidas para métodos de optimización ha sido demasiado largo para muchos problemas prácticos.

### **2.4 Programación y diseño de rutas.**

La programación y el diseño de rutas para los vehículos es una extensión del problema básico del diseño de rutas de vehículos. Ahora se incluyen limitaciones reales como: 1) cada parada puede tener un volumen que tiene que ser recogido además de entregado, 2) pueden usarse múltiples vehículos con diferentes limitaciones de capacidad, tanto en peso como en volumen, 3) se permiten un máximo de tiempo de conducción en ruta antes de tomar un periodo de descanso de al menos 10 horas, 4) las paradas pueden permitir recolección y entregas sólo a ciertas horas de día (llamadas momentos oportunos). 5) se puede permitir recolección en una ruta sólo después de haber efectuado las entregas, y 6) se puede permitir a los conductores tomarse breves descansos, o pausas, para comer a ciertas horas del día. Estas limitaciones añaden gran complejidad al problema y frustran nuestros esfuerzos para hallar una solución óptima.

## **2.5 Métodos de programación y diseño de rutas.**

El problema de hallar buenas soluciones para el problema de la programación y del diseño de rutas para los vehículos llega a ser más difícil cuando se colocan limitaciones adicionales al problema. Unas pocas consideraciones prácticas que se necesitan dar para el diseño de la ruta son el momento oportuno, múltiples camiones con diferentes capacidades de peso y volumen, tiempo máximo de conducción permitido en una ruta, diferentes velocidades dentro de distintas zonas, barreras para viajar (lagos, desviaciones, montañas) y tiempos de descanso para el conductor.

### **2.5.1 Método de “barrido”.**

El método de “barrido” para el diseño de rutas de vehículos es lo suficientemente sencillo como para realizar cálculos manuales, incluso en problemas de gran tamaño. Cuando se programa en el software de la computadora, este método resuelve los problemas rápido, sin requerir enormes cantidades de memoria en la computadora. Para cierto tipo de problemas, la precisión se proyecta para producir una tasa de error promedio de aproximadamente 10%.

Este nivel de error de cálculo puede ser aceptable cuando los resultados tienen que obtenerse en pedidos cortos y se necesitan buenas soluciones, en contraposición con



las óptimas. Los despachadores a menudo enfrentan la necesidad de generar patrones de diseño de rutas una hora después de recibir los datos finales sobre las paradas que tienen que hacer y sobre sus volúmenes.

La desventaja del método tiene que ver con la manera en la que se forman las rutas. El proceso tiene dos etapas primero, las paradas se asignan a los vehículos, y luego se determina la secuencia de las paradas dentro de las rutas. Dado este proceso de dos etapas, el tema de sincronización, como el tiempo total empleado en una ruta y el permiso de momento oportuno, no están bien manejados.

El método “de barrido” puede describirse como sigue:

- Localizar todas las paradas, incluyendo el depósito, sobre un mapa o cuadrícula.
- Trazar una línea recta desde el depósito en cualquier dirección. Girar la línea en el sentido de las manecillas del reloj, o en sentido contrario, hasta que intercepte una parada. Hacer la pregunta: Si la parada insertada está incluida, ¿se excederá la capacidad del vehículo?. Si la respuesta es no, se procede con la rotación de la línea hasta intersectar la siguiente parada. Hacer la pregunta: ¿Excederá la capacidad del vehículo el volumen acumulado?. Continuando el barrido de la línea, se empieza una nueva ruta con el último punto que fue excluido de la ruta previa. Se continua con el barrido hasta que todos los puntos se hayan asignado a las rutas.
- Dentro de cada ruta se efectúa una secuencia de las paradas para minimizar la distancia. La secuencia puede lograrse aplicando el método de la gota de lágrimas o usando cualquier algoritmo que resuelva el problema.

### **2.5.2 El método de “ahorros”.**

El método de valoración de ahorros ha permanecido a través de los años por ser lo suficientemente flexible como para manejar un amplio rango de restricciones prácticas, siendo relativamente rápido de calcular en una computadora para problemas con número moderado de paradas y capaz de generar soluciones que están cerca de lo óptimo.

Las comparaciones con los resultados óptimos de problemas pequeños, con un número limitado de restricciones, han mostrado que la valoración del método de “ahorros” genera soluciones que están, en promedio, a 2% del óptimo. El método puede manejar muchas restricciones prácticas, principalmente, porque es capaz de formar rutas y ordenar paradas en las rutas simultáneamente.

El objetivo del método de ahorros es minimizar la distancia total viajada por todos los vehículos y minimizar indirectamente el número de vehículos necesarios para atender todas las paradas. La lógica del método es empezar con un vehículo simulado que cubre cada parada y que regresa al depósito. Esto da la distancia máxima para ser experimentada en el problema del diseño de rutas<sup>2</sup>.

### **3- LA METODOLOGÍA DE LA SIMULACIÓN POR COMPUTADORA.**

#### **3.1 Clasificación del sistema**

El diseño y la implantación de una simulación por computadora depende del sistema que se esté modelando y también del lenguaje o paquete de computadora específico de que disponga. Sin embargo, en cada simulación se realizan ciertos pasos generales.

El diseño de un modelo de simulación depende de clasificar el sistema como uno de dos tipos:

- 1) El sistema de eventos discretos, en el que el estado del sistema cambia sólo en ciertos puntos en el tiempo. Por ejemplo, en el modelado de la operación de un banco, el estado del sistema describe mediante el número de cliente en línea y cuál de los pagadores está en ese momento ocupado. El estado de este

---

<sup>2</sup> Ballou H. Ronald, *Lógica de la Administración de la Cadena de Suministro*, 5ª Edición, Editorial Prentice Hall, México (2004), 225-247.

sistema cambia sólo en aquellos puntos en el tiempo en lo que (a) un nuevo cliente llega o b) un cliente deja de ser atendido y sale del banco.

- 2) Un sistema continuo, en que el estado del sistema cambia continuamente en el tiempo, es decir, a cada instante. Por ejemplo, el simular el vuelo del vehículo espacial, el estado del sistema se describe mediante su posición, rapidez, aceleración, etc. Estas características están cambiando continuamente.

Un sistema de eventos discretos puede clasificarse, además, como uno de los siguientes dos tipos:

1. Un sistema de terminación, en el que existen puntos de inicio y terminación precisos y conocidos.
2. un sistema de no terminación, es aquel que está en curso y que carece de puntos de inicio y terminación precisos y conocidos.

Cuando un sistema de terminación, la longitud de la simulación, es decir, la cantidad de tiempo sobre la cual conducir la simulación con propósitos de análisis, va de su punto de inicio a su punto de terminación. Para obtener resultados confiables para un sistema de terminación, usted necesita determinar cuántas veces repetir la simulación. En contraste, para un sistema de no terminación, necesita elegir no sólo el número de veces que debe repetir la simulación, sino también una longitud apropiada de cada simulación.

### **3.2 Identificación de los componentes de una simulación por computadora.**

Antes de diseñar los detalles de una simulación por computadora, es decisivo tener una clara comprensión de los objetivos del estudio en la forma de salidas numéricas específicas. A continuación se enumeran ejemplos de salidas posibles para otras simulaciones:

1. Para evaluar el funcionamiento de un banco: a) el tiempo promedio que un cliente permanece esperando fila, b) la fracción de tiempo que los pagadores están ocupados en atender a los clientes y c) el promedio y longitud máxima de la fila de espera.
2. Para evaluar una política de inventarios: a) el nivel de inventario promedio en un periodo, b) el número de veces y la cantidad en que no puede satisfacer la demanda y c) el costo asociado total.
3. Para evaluar el flujo de efectivo anticipado de un negocio basándose en ventas probabilísticas futuras: a) el valor presente neto esperado del flujo de efectivo y b) la tasa de devolución esperada.

Con las salidas identificadas, el siguiente paso es identificar las entradas. Éstas son valores numéricos que, una vez determinados, permiten iniciar la simulación y calcular todas las salidas deseadas. Estas entradas caen en tres categorías generales.

1. Condiciones iniciales, es decir, valores iniciales que expresan el estado del sistema al principio de la simulación. Por ejemplo, el simular la operación diaria de un banco, las condiciones iniciales corresponden a la apertura del banco en la mañana cuando no hay clientes y todos los pagadores están disponibles. Al simular la operación mensual de una planta de acero, las condiciones iniciales pueden incluir tales puntos como la cantidad de mineral de hierro en inventario, el inventario de trabajo en proceso inicial, la cantidad de acero terminado en inventario y el número de hornos en operación al principio del mes.
2. Datos determinísticos, es decir, valores conocidos que son necesarios para realizar los cálculos que producen las salidas. Por ejemplo, en la simulación de la operación diaria de un banco, los valores de los datos determinísticos son el número de pagadores disponibles y el número de horas que cada uno trabaja. Para la simulación de la producción de acero, estos valores determinísticos pueden incluir el costo de producir acero, el precio de venta, el número de turnos, el número de trabajadores en cada turno, etc. Además, los datos determinísticos para estos dos problemas incluyen la longitud de la simulación. En el caso del banco, un sistema de terminación, la longitud de

la simulación es un día de 8 horas. Para la producción de acero, un sistema de no terminación, debe determinar una longitud apropiada de la simulación.

3. Datos probabilísticos, es decir, cantidades cuyos valores son inciertos pero necesarios para obtener las salidas de simulación. Al simular la operación diaria de un banco, los tiempos de llegada de los clientes y la cantidad de tiempo necesaria para atender a cada uno de ellos son dos valores de datos probabilísticos. Al simular la planta de acero, las demandas de los bienes terminado así como la cantidad de tiempo necesario en cada etapa del proceso de producción pueden constituir los datos probabilísticos. Aunque los valores específicos de estos datos probabilísticos son inciertos, su comportamiento general debe conocerse a través de una distribución de probabilidad o de una función de densidad dependiendo, respectivamente, de si el valor es discreto o continuo<sup>3</sup>.

#### 4- COMPONENTES DEL PROGRAMA ARENA.

Se utilizara el programa de simulación ARENA el cual consiste en:

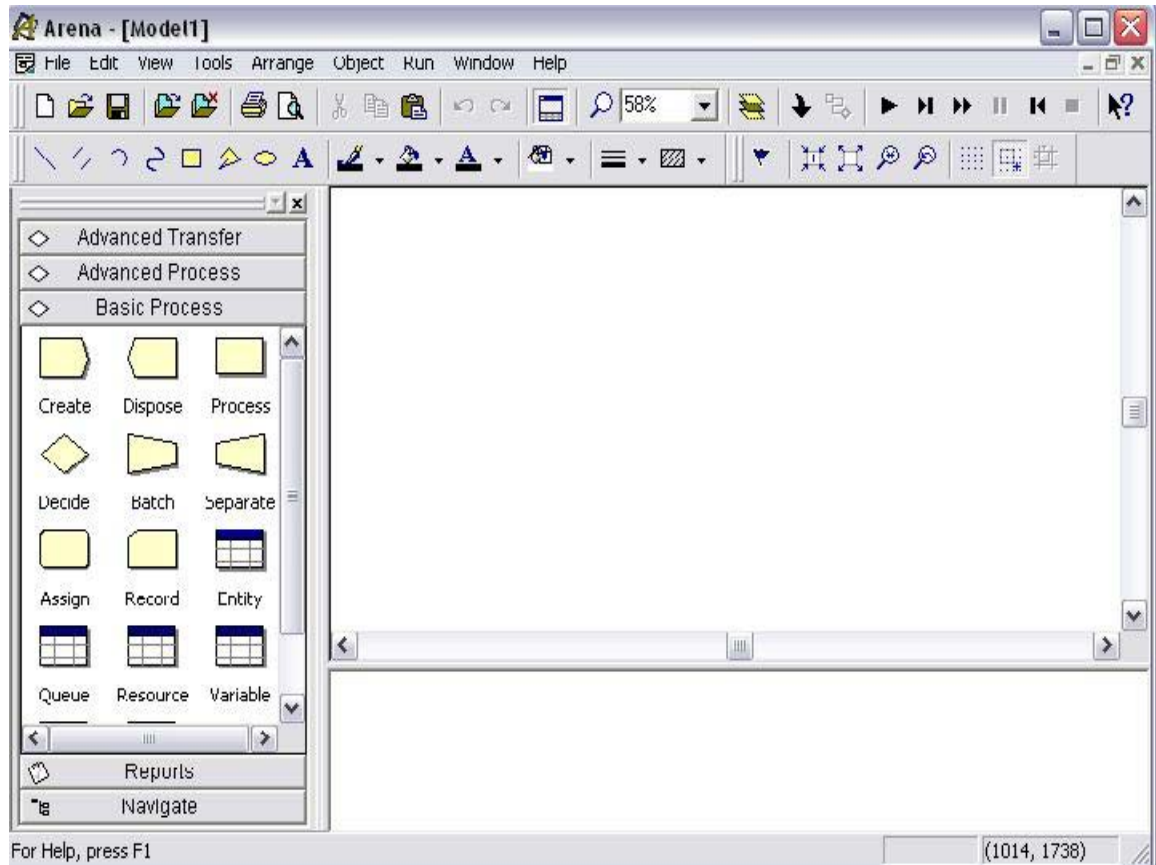
ARENA <sup>®</sup> es un simulador de sistemas de eventos discretos.
Crea modelos de simulación sin la necesidad de codificar programas
Permite mostrar la animación del modelo construido
Internamente crea su código en lenguaje SIMAN <sup>®</sup>
El código interno en SIMAN <sup>®</sup> puede evaluarse, modificarse o adicionarse de subrutinas en lenguaje C, Fortran, etc.

---

<sup>3</sup> Mathur Kamlesh & Solow Daniel, Investigación de Operaciones, Editorial Prentice Hall, México (1996), 763-775.

### ¿Cómo se usa arena?

Las primeras ventanas que vemos al arrancar el programa son las siguientes:



**Ventana del modelo:** Contiene los siguientes elementos:

**Flowchart view:** contiene el diagrama, animación y elementos gráficos de la simulación.

**Spreadsheet view:** contiene la información del modelo, permite el acceso a todos los parámetros y elementos del modelo.

**Barra de proyectos:** Contiene una serie de paneles los cuales sirven para diseñar los modelos.

**Basic Process Panel:** contiene los elementos básicos de construcción de modelos, estos elementos se denominan *módulos*.

**Reports Panel:** contiene una lista de los resultados de la simulación tras la ejecución.

**Navigate Panel:** permite mostrar diferentes vistas de un modelo, incluyendo diferentes submodelos en un modelo jerárquico.

La barra de proyectos aparece normalmente en la parte izquierda pero puede tenerse flotante o incluso cerrarse *View/project Bar*.

***Existen otros paneles disponibles en Arena:***

**Advanced Process,** más módulos para tareas adicionales.

**Advanced Transfer:** opciones para mover entidades

**Block and Elements:** proporciona un acceso completo al lenguaje de simulación SIMAN.

Para incluir o quitar paneles en la barra de proyectos hay que *attach* o *desattach* paneles, *File/Template Panel/Attach*, o el botón *Template Attach*.

Mediante *Tools/Options/Settings* se pueden definir los paneles que aparecen por defecto al crear un modelo nuevo.

**Barra de estado y barras de herramientas:** Situadas en la parte inferior y superior, respectivamente, de la ventana. La primera muestra información de la construcción/evolución/simulación. La segunda proporciona acceso rápido a distintas herramientas del programa, pueden mostrarse o ocultarse mediante *View/Toolbars...*

**Flowchart view (vista de diagrama del modelo):**

El espacio de trabajo tiene coordenadas (x,y) comprendidas entre (0,0) y (32000,32000). Para ver las diferentes partes podemos utilizar las barras de desplazamiento y las flechas.

Se puede realizar un zoom de la zona mediante el botón, la tecla + o *View/Zoom in*, y deshace el zoom mediante , la tecla - o *View/Zoom out*.

Para ver el modelo completo ajustado al tamaño de la ventana del modelo se utiliza el botón, o *View/Views/All*, o la tecla \*, y si se quiere volver a la vista previa se utiliza el botón o *View/Previous*.

Para seleccionar un área y aumentarla se utiliza *View/view/region* o la tecla, entonces el ratón cambia a una cruz, se selecciona el área y al soltar el botón del ratón el área seleccionada se ajusta a la ventana.

Si se quiere definir alguna vista, zona y tamaño determinados y hacerlos accesibles de forma rápida se puede salvar una vista con un cierto nombre y hacer accesible por medio de una tecla rápida. Una vez seleccionada la zona del modelo se selecciona *View/Named views* o la tecla *?*, pulsar añadir (add) sobre la ventana que aparece, darle un nombre descriptivo y una tecla de acceso rápido. Tras ello para acceder a la vista basta con pulsar la tecla *?*, o *View/Named Views* y seleccionar la vista deseada o bien pulsar directamente la tecla de acceso rápido.

La zona de trabajo por defecto (home) se accede mediante *View/Views/Home* o mediante la tecla *Inicio*. Y para ver la zona de trabajo completo se utiliza *View/Views/Max*.

A la hora de situar elementos en la ventana del modelo podemos guiarnos por medio de una rejilla para ello podemos mostrarla mediante *View/Grid*, o el botón y para que los nuevos elementos se sitúen alineados sobre la rejilla se activa *View/Snap*, o el botón, y para alinear uno existente, se selecciona y se ejecuta *Arrange/Snap to Grid*, o se pulsa el botón .

Para definir las características de la rejilla se utiliza *View/Grid Settings*.

### ***Conceptos básicos***

Antes de construir tú primer modelo de simulación en Arena, hay algunos conceptos fundamentales con los que necesitas familiarizarte:

#### *Entidades*

Las entidades pueden ser personas u objetos, reales o imaginarios, sus movimientos a través del sistema causan un cambio en el estatus del sistema. Las entidades (documentos, clientes, partes, etc.) son aquellas que están siendo producidas o atendidas o que de cualquier otra manera influyen en nuestro proceso



Ejemplo: Clientes que están entrando a un restauran, o partes que están siendo producidas en una fábrica.

Las entidades son objetos dinámicos en la simulación, usualmente son creadas, circulan por un tiempo y después se van, aunque es posible también tener entidades que nunca se van y que se mantienen circulando en el sistema. Todas las entidades tienen que ser creadas por ti o automáticamente por el software.

### *Atributos*

Las entidades contienen propiedades llamadas atributos que permiten crear diferencias entre ellas. Los atributos pueden ser el tiempo de llegada, la prioridad, fecha de vencimiento, color, etc.

Ejemplo: Si definimos el sistema como una celda flexible de manufactura, las entidades son los pallets que se mueven a través del sistema transportando el material dentro de cada celda. Los atributos pueden ser el tipo de pieza en el pallet, el peso de los pallets, etc

Algunos atributos que Arena automáticamente asigna a las entidades:

<b>Entity.Type</b> Es el nombre que se les asigna a las entidades cuando son creadas, para diferenciarlas unas de otras (cliente, pieza, coche, etc)
<b>Entity.Picture.</b> El dibujo que será mostrado en la simulación
<b>Entity.Create Time.</b> El tiempo en la simulación en que la entidad fue creada. Se usa para coleccionar la información del tiempo de ciclo.
<b>Entity.Station</b> La estación actual o estación a la cual una entidad está siendo cambiada. Este atributo es actualmente actualizado durante la simulación
<b>Entity.Sequence.</b> Número de la secuencia de visitas de las entidades. Se usa cuando diferentes entidades necesitan visitar el mismo conjunto de estaciones pero en un único orden
<b>Entity.JobStep</b> La posición de la entidad o índice dentro de la secuencia.

Para modificar los atributos de las entidades se da un click sobre el Módulo Entity que se encuentra en el Panel de Procesos Básicos y en la vista de hoja de cálculo (Spreadsheet view) aparecen los atributos de todas las entidades del modelo.

### *Recursos*

Las entidades a menudo compiten entre ellas por los servicios que les brindan los recursos. Los recursos pueden ser cosas como personal, equipo o espacio en un área de almacenamiento. Una entidad ocupa (*seize*) un recurso cuando está disponible y lo suelta (*release*) cuando ya no lo necesita.

Siempre que una entidad ocupa (*seize*) un recurso lo debe de soltar (*release*) en algún momento en el modelo. Si la entidad que ocupa el recurso no lo suelta, todas las entidades que requieren del mismo recurso serán colocadas en una fila (*queue*) y no podrán ocupar el recurso mientras no esté disponible.

### *Filas (queues)*

Una fila es un área donde las entidades esperan mientras se libera el recurso que necesitan. En Arena las filas tienen nombres y también pueden tener capacidades para representar por ejemplo, espacio limitado en el piso.

### ***Variables***

Las variables representan un conjunto de valores globales que pueden ser alterados en cualquier lugar dentro del modelo. Arena tiene dos tipos de variables: las variables definidas por el usuario y las variables del sistema.

Las variables definidas por el usuario pueden ser cambiadas durante el tiempo de simulación, por ejemplo: tasa de llegada, inventario actual, número de pacientes registrados, etc.

Las variables del sistema son características predefinidas de los componentes del modelo que indican el estado del componente, por ejemplo: número de entidades esperando en una fila (NQ queue name), actual valor de un contador (NC counter name)

### ***Evento***

Un evento representa un acontecimiento instantáneo que modifica el estado del sistema. Un evento puede ser llegadas, salidas o cuando la simulación termina de correr.

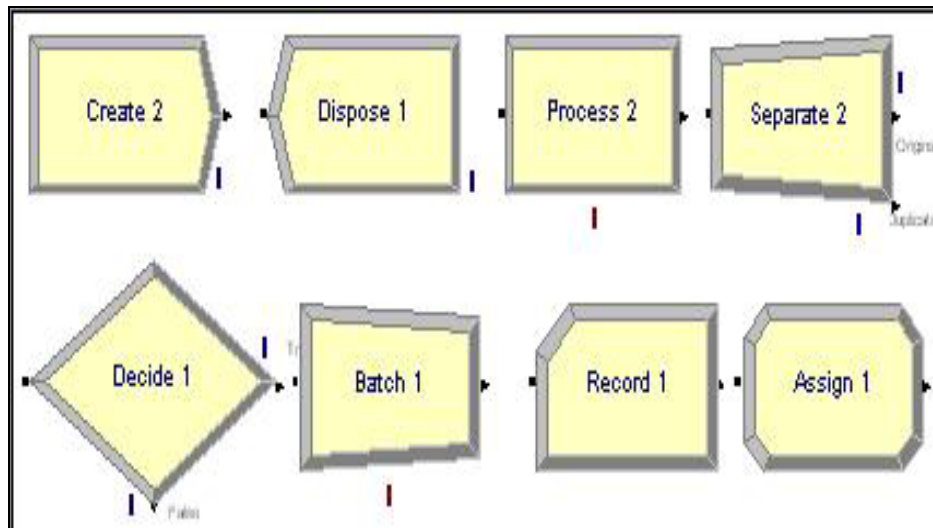
### ***Módulos***

Los elementos básicos con los que se construyen los modelos son los módulos, estos se seleccionan de algunos de los paneles existentes en la barra de proyectos.

El diagrama de módulos describe la dinámica del proceso del modelo, hay que pensar en los módulos como en nodos de una red por donde circulan las entidades (clientes, productos, etc.), que pasan tras entrar en la red y finalmente salen.

Para poner un módulo en el modelo, hay que picar en el elemento en el panel correspondiente y sin soltar arrastrarlo hasta la ventana del modelo. Los módulos del modelo están conectados unos con otros describiendo la dinámica del modelo.

Los módulos básicos son Create, Dispose, Process, Decide, Batch, Separate, Assign y Record (Basic process).



Una vez colocado un módulo para editarlo basta con picar dos veces seguidas en él y se despliega un dialogo para introducir la información que lo define. Otra forma de definir los parámetros de un módulo es seleccionar en la barra de proyectos el tipo del módulo al que corresponden y entonces aparece en la vista de hoja de cálculo todos los

elementos de dicho tipo y todos los campos que conforman su información, allí pueden rellenarse las casillas correspondientes también.

### ***Módulos de datos***

Los módulos de dato son un tipo especial de módulos que no tienen representación en la vista de diagrama del modelo, sólo aparecen en la vista de hoja de cálculo. Sirven para definir las características de varios procesos y elementos del modelo.

Los iconos de estos en el Basic Process Panel son pequeñas hojas de cálculo. Las entidades no fluyen por los modelos de datos ni se sitúan en la vista de diagrama (como ya se ha comentado).

Los módulos de datos en el panel de procesos básicos son:



La introducción de datos se realiza seleccionando en el Basic Process Panel el tipo de módulo y rellenando la línea correspondiente que aparece en la vista de hoja de cálculo. Allí se añaden nuevos módulos o se editan los existentes.

## **5- COMPONENTES DEL PROGRAMA ARCVIEW.**

ArcView es un programa desarrollado por el [Environmental Systems Research Institute](#) (ESRI - Instituto de Investigación en Sistemas Informáticos Ambientales-) de Redlands, California, que permite analizar, explorar, visualizar y consultar datos.

Todas las actividades de ArcView están organizadas en un archivo llamado ***Project***, un proyecto es un archivo en el cual se almacena el trabajo que se realiza en

ArcView, los archivos de proyecto tienen una extensión \*.apr. Un proyecto puede consistir en:

**Views** (Vistas); es un mapa interactivo que define los datos geográficos que serán utilizados y como estos serán mostrados, no contiene archivos de datos dentro de la misma, mas bien referencia la fuente de estos datos. Esto significa que una vista es dinámica, pues refleja el estado actual de la fuente de datos y cada vez que esta cambia el cambio será reflejado inmediatamente en la vista, también significa que el mismo dato puede ser mostrado en mas de una vista. Una vista está formada por un grupo de Temas (*themes*) los cuales son elementos geográficos representados por líneas, polígonos, puntos e imágenes.

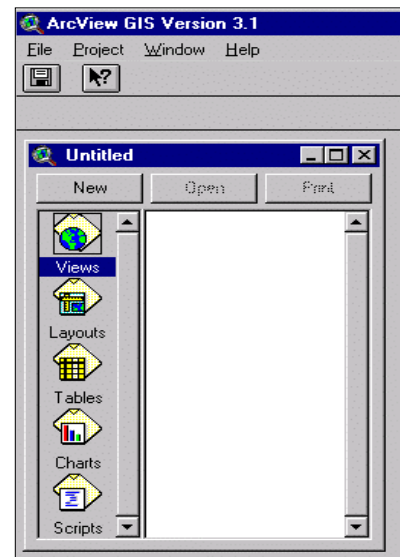
**Tables** (Tablas); los datos tabulados provenientes de una fuente de datos espaciales, ligadas a los temas de una Vista, pueden ser manipulados en las Tablas de ArcView, en ellas se pueden analizar las estadísticas de los datos tabulados (Statistics) , relacionar con otras tablas (join), realizar consultas (query) y crear Gráficos (Charts).

**Charts** (Gráficos); un gráfico es una representación visual de los datos en una tabla, especialmente atributos de elementos geográficos, que representa rápidamente información que de otra manera tomaría mucho tiempo de resumir y analizar. Un gráfico permite mostrar, comparar y consultar los datos geográficos o tabulares eficientemente, es dinámico lo cual significa que los cambios que se realizan en los elementos geográficos o en las tablas fuentes se mostraran también en el gráfico.

**Layouts** (Composición); un layout es un mapa que permite combinar Vistas, Gráficos, Tablas, leyendas, texto e imágenes en un solo documento para ser impreso. En el también se pueden dibujar elementos gráficos como puntos, líneas, polígonos, rectángulos y círculos. Al layout se pueden agregar elementos auxiliares como leyendas, barras de escala, flecha de norte e imágenes.

**Scripts**; los scripts son macros escritas en Avenue (lenguaje de programación de ArcView), con Avenue se puede personalizar casi cualquier aspecto de ArcView. Avenue puede ser usado para automatizar tareas individuales, personalizar la Interface de Usuario de ArcView o crear aplicaciones completas de ArcView.

La arquitectura extensible de ArcView permite más capacidades cuando se necesite por medio de las extensiones opcionales que se pueden desconectar y conectar mientras se trabaja (programas Add-On). Estas extensiones permiten el modelaje y ruteo de redes (Network Analyst), geoprocésamiento de imágenes / vectores (Spatial Analyst), presentación y análisis superficies tridimensionales (3D Analyst), publicación de mapas en la red (Internet Map Server), la impresión avanzada de mapas (ArcPress), la localización de direcciones y mapeo de calles en EEUU (StreetMap), edición de imágenes (Image Analyst), rastreo en tiempo real (Tracking Analyst), entre otras que son adquiridas como productos separados.



## 6- CONCEPTO BENEFICIO-COSTO

### 6.1 Relación Costo - Beneficio.

Dichos argumentos sólidos se obtendrán una vez comprendidas las relaciones entre los costos de los proyectos, los beneficios que obtenemos de ellos y el sistema general de flujos, que conducen al retorno de las inversiones de la organización.

El grado en que el control de calidad disminuye los costos, como los de reprocesos, y aumenta la facilidad de venta del producto o servicio y, por tanto, las entradas por ventas se verán reflejadas en el retorno de la inversión:

- El total de la inversión incluye el fondo de operaciones más las inversiones permanentes.
- El volumen de negocios es la proporción de ventas respecto del total de la inversión.
- El costo de las ventas incluye los costos de planeación, los gastos de ventas y los gastos de administración.

Los ingresos se determinan restando a las entradas por ventas, los costos de ventas.

## **6.2 Costo - Beneficio en la Administración de Proyectos**

Para determinar el costo - beneficio en la Administración de Proyectos se realizan los siguientes pasos:

1. Determinar las áreas de impacto directamente involucradas en este análisis, generalmente son:
  - Gerencia del área
  - Personal asignado al proyecto
  - Administración del área involucrada
2. Calcular el retorno de la inversión.
3. Determinar las categorías donde el éxito del proyecto, dependa de la disciplina al seguir el sistema de mejora continua implantado y evaluar su resultado.
4. Determinar los conceptos de costos y de beneficios que podrían ser utilizados

### 6.3 Conceptos de Costo y de Beneficio

<b>COSTO</b>	<b>BENEFICIO</b>
<p>Son todos aquellos factores que intervienen en la determinación del costo del proyecto:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Costo del diseño y del desarrollo, preferentemente prorrateado, sobre la vida esperada del producto o servicio.</li><li>2. Costos recurrentes.</li><li>3. Costo de materiales</li><li>4. Costo de calidad.</li><li>5. Costo de viajes y gastos.</li><li>6. Costo de facilidades.</li><li>7. Costo de capacitación.</li><li>8. Administración y gastos generales.</li></ol>	<p>Son todos aquellos factores que intervienen en la determinación del beneficio o ganancia del proyecto:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Contribución de la ganancia.</li><li>2. Costos recuperables.</li><li>3. Incremento en la cantidad de salidas convertidas en valor agregado.</li><li>4. Valor en el tiempo reduciendo esfuerzo empleado (salario + beneficio)</li><li>5. Comparación de varios puntos de referencia (historia de la organización, bases de datos de proyectos anteriores, etc.).</li></ol>

La suma de los conceptos anteriores, es el costo total del proyecto.

### 6.4 Metodología para el cálculo de costo beneficio

Actividades a Realizar

1. Identificar el número de proyectos suficientes y necesarios, para realizar el estudio costo beneficio.
2. Solicitar la información histórica de 10 proyectos finiquitados para cuantificar su beneficio o ganancia.
3. Estimar el tiempo de vida del sistema de mejora continua.



4. Estimar el número de proyectos a realizar durante el tiempo de vida del sistema de mejora continua.
5. Estimar el costo del desarrollo e implantación del sistema de mejora continua.
6. Realizar el cálculo de Costo Beneficio porcentual.
7. Realizar el cálculo de Beneficio Neto.
8. Realizar el cálculo del retorno de inversión.
9. Presentación de resultados.

### **6.5 Cálculos a utilizar**

El retorno de la inversión lo obtendremos multiplicando el porcentaje de ingresos por el volumen del negocio y utilizamos las siguientes formulas:

Calculamos el dinero que regresa por cada unidad de dinero invertida, si el cálculo es positivo el proyecto obtiene un retorno por su propio peso, si el resultado es negativo el proyecto no regresa la inversión y nos produce perdida.

$$\text{\$Beneficio}/\text{\$Costo} = \text{Costo Beneficio Porcentual}$$

Para calcular el beneficio o ganancia neta, se determina el porcentaje de retorno del dinero invertido. Por ejemplo un resultado de 0 significa que el proyecto se paga a sí mismo y no existe retorno de la inversión.

$$\text{\$Beneficio} - \text{\$Costo} = \text{Beneficio Neto}$$

Para obtener el retorno de la inversión, calculamos el porcentaje del retorno de la inversión y lo comparamos con el costo, el cual es gastado en función de alcanzar el beneficio neto.

$$(\text{Beneficio Neto}/\text{\$Costo}) \times 100 = \text{RI}\%$$

## **IV. HIPÓTESIS**

Logrando encontrar el número óptimo de rutas para la entrega de suscripciones en el departamento de Managua, realizando una serie de cambios en el proceso de inserción del periódico La Prensa, y organizando al personal de trabajo, se garantizará la entrega de todos los periódicos de suscripciones antes de las 5: 00 de la mañana.

## **V. DISEÑO METODOLOGICO**

### **1- TIPO DE ESTUDIO.**

La metodología a seguir tuvo como fin tener un orden en la elaboración de la investigación con el fin de trabajar en base a los objetivos establecidos y de utilizar las herramientas adecuadas para una culminación exitosa.

El estudio partió con una investigación exploratoria con el propósito de formular el problema de manera precisa, la identificación de cursos alternativos de acción, el desarrollo de una hipótesis y sus variables, establecer prioridades para una investigación posterior.

La investigación exploratoria se realizó a través de un marco de referencia sobre las condiciones más importantes de ergonomía, manual de usuarios para los paquetes de computadora (simulación de reagrupamiento de rutas) y de documentación de la empresa sujeto de estudio “LA PRENSA”.

Así mismo se observaron los hechos en cuanto a las condiciones ergonómicas actuales donde se arma el periódico y se conocen las rutas punto por punto para identificar sus limitaciones.

Posteriormente se realizó una investigación concluyente. Primero se realizó la investigación de tipo descriptiva con el fin de conocer los problemas actuales que presentan los trabajadores a través de la aplicación de una encuesta a una muestra representativa en el área de armado.

Así mismo se conocieron todas las rutas actuales del periódico “La Prensa” en la Ciudad de Managua, con el fin de conocer las principales dificultades que presenta en su tiempo de entrega.

El trabajo culminó con la investigación causal para conocer las causas y efectos del problema de mayor incidencia y poder desarrollar un plan de acción.

## **2- FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

### ***Fuentes Secundarias:***

Las fuentes secundarias que se utilizaron en la etapa exploratoria del estudio son las siguientes:

- Número de suscripciones con respecto al número de rutas, distancia y comparada con años anteriores en Managua en el 2004,. (*Ver Anexo 1*)
- Remisión de suscripciones especificando la ruta, nombre y tiraje de periódicos. (*Ver Anexo 2*)
- Quejas y reclamos por parte de los clientes en el 2003. (*Ver Anexo 3*)

Dichas fuentes son proporcionadas y autorizadas para utilizarlas para el desarrollo de la investigación por consentimiento del periódico “LA PRENSA”.

### ***Fuentes Primarias:***

Las fuentes primarias para el desarrollo de la investigación son los siguientes:

- ***Guía de observación de las condiciones ergonómicas actuales:*** Se estructuró una guía de observación para conocer las condiciones de trabajo actuales donde se arma el periódico “La Prensa” con el fin de evaluar las causas y efectos de los problemas. (*Ver Anexo 4*)
- ***Guía de entrevista al departamento de suscripciones:*** Se aplicó una entrevista al departamento de suscripciones del periódico con el fin de conocer la percepción de la problemática actual. (*Ver Anexo 5*)
- ***Formato encuesta:*** Se aplicó una encuesta a una muestra representativa de tipo transversal (que se aplica una sola vez), a los empleados de cada una de las rutas con el fin de conocer la percepción de la problemática actual. (*Ver Anexo 6*)

### ***Muestra***

La muestra que se utilizó para aplicar la encuesta fue el método no probabilístico por conveniencia de tipo transversal. Esto indica que se aplicó la encuesta a los treinta repartidores aunque 9 de ellos se negaron a llenarla.

### **3- PROCEDIMIENTO**

El procedimiento conforme a objetivos establecidos se basó en los siguientes pasos para culminar en orden la investigación. Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- Entrevista y observación exploratoria conociendo percepciones de las causas y efectos del problema actual.
- Análisis de la información de fuentes internas para conocer debilidades y fortalezas de armado del periódico y rutas establecidas.
- Análisis de ventajas y desventajas del modelo actual de rutas del periódico “La Prensa” para desarrollar una nueva propuesta.
- Desarrollo de una propuesta de rediseño de rutas tomando como referencia el diagnóstico elaborado con el fin de optimización de recursos.
- Propuesta y análisis a la Gerencia del periódico “La Prensa” de los beneficios y costos que resulta la implementación de un plan de ruta en Managua.

### **4- TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.**

- Word.
- Excell
- GPS (Anexo 10)
- SPSS (Tablas de salida y Gráficos).
- Arc View (Diseño y simulación de mapas).
- Diagrama Causa-Efecto.

## VI. RESULTADOS.

### **1- Diagnóstico para determinar las principales causas y efectos en las condiciones ergonómicas y rutas para la distribución de suscripciones del periódico.**

#### ***1.1 Entrevista aplicada al departamento de suscripciones.***

Se aplicó una entrevista al departamento de suscripciones con el fin de conocer la percepción e incidencia de los principales problemas que presentan las condiciones de los trabajadores y de las rutas actuales (*Ver anexo 5*).

- Los principales centros de ventas son las agencias. Cada vez que finaliza la rotativa hay camionetas encargadas de transportar los periódicos a las diversas

agencias que se encargan de distribuir el periódico. Esto se hace en todos los departamentos y en Managua.

- La venta diaria es de mas o menos 50,000 ejemplares, estos vendidos en las diversas modalidades; suscripciones y agencias autorizadas (las agencias entregan a los diferentes puntos de ventas)
- El reclamo más frecuente por parte de los clientes es la impuntualidad de entrega del periódico en los horarios establecidos. Este problema se da, ya sea por que la rotativa no finaliza en el tiempo estipulado, por ausencia del repartidor y este es reemplazado por el supervisor que no tiene el mismo dominio de ruta y principalmente por el desorden territorial que existe en el ruteo actual.
- Actualmente se cuenta con 30 rutas en Managua y son 7123 suscripciones. El principal problema es que estas rutas están desordenadas y la demanda crece rápidamente. Dichas rutas se reestructuraron hace 10 años y nunca han tenido un rediseño.
- No se cuentan con las condiciones ergonómicas para laborar, se deberán realizar mejoras a corto plazo.
- No se evalúa el desempeño de los trabajadores, pero si hay un supervisor que vela por que se cumpla con la entrega en tiempo y forma, sin embargo, el número de supervisores por número de trabajadores repartidores no es suficiente causando problemas de supervisión en todas las rutas.
- Existe actualmente una alta rotación del personal (50% aproximadamente), esta es debido a diversas causas como las condiciones ergonómicas, la monotonía y horario del trabajo.

### ***1.2 Observación exploratoria a las condiciones del periódico LA PRENSA.***

La observación se desarrolló en las instalaciones de LA PRENSA donde se arma el periódico para su posterior distribución. Se utilizó una guía evaluando el desempeño de características ergonómicas óptimas para el trabajo eficiente. Las observaciones fueron las siguientes:

- Las instalaciones cuentan con una mala iluminación (no es la más adecuada), lo que causa problemas de deslumbramiento y problemas oculares entre todos los trabajadores.
- En cuanto a ventilación se cuenta con las condiciones adecuadas, sin embargo, cuando llueve y sopla el viento moja las instalaciones donde se arma el periódico.
- Las condiciones son malas con referencia al ruido. La exposición al ruido puede dar como consecuencia zumbido de oídos temporal o permanente, tinnitus, paraacusia o disminución de la percepción auditiva. Si el ruido presenta una mayor duración hay mayor riesgo a la hipoacusia o disminución de la audición. También el ruido por abajo de los límites umbrales puede causar pérdida de la audición porque interfiere con la habilidad de algunas personas para concentrarse.
- Los trabajadores no cuentan con mobiliario apto para armar el periódico. El armado se realiza en el suelo por lo que las malas posturas de los trabajadores pueden causar serios problemas al trabajar (columna, hombros, cuello, etc.).
- No se cuenta con instrucciones o manuales que los trabajadores tengan como guía en caso de accidentes durante el desarrollo de sus trabajos con el fin de evitarlos.
- Se cuenta con sanitarios pero no son los más adecuados.
- Brindar a los trabajadores gabachas con el fin de permitir identificar a los trabajadores del diario. Por un lado se pone en alto en nombre de la empresa y por el otro se reconoce al trabajador que labora en el periódico.
- Armado de periódicos: Las condiciones del trabajo repetitivo y el clima organizacional. Es un trabajo repetitivo y cansado por que cada trabajador arma su periódico en condiciones no aptas lo que causa monotonía y estrés generando a veces un clima organizacional no apto (cada periódico cuenta con 5 divisiones, por lo que el repartidor realiza 5 inserciones por periódico)
- Las condiciones de su transporte no son adecuadas requieren de mantenimiento y no utilizan medidas de seguridad como son el casco lo que al momento de un accidente puedan perjudicar al trabajador. Así mismo la cantidad de periódico por repartidor para entregar es inadecuada y representa un peligro. (anexo 4, 7 y 8)



### ***1.3 Encuesta aplicada a los trabajadores de la PRENSA.***

Se aplicó una encuesta a los trabajadores de LA PRENSA (muestra representativa) con el fin de conocer la percepción del problema. Los resultados de la encuesta aplicada son los siguientes:

- El 71.4% de los trabajadores reparten el periódico con un acompañante, el 28.6% restante lo reparten solos. Los trabajadores en su mayoría requieren de un acompañante para agilizar la entrega del periódico, sin embargo, puede causar algunos inconvenientes de seguridad. Cabe mencionar que este ayudante no es empleado de LA PRENSA.
- La cantidad de suscripciones: el 61.9% de los repartidores entrega entre 201 y 300 periódicos, un 19% entre 100 y 200 periódicos y un restante 19% entre 301 y 500 periódicos. Se puede indicar que el volumen por ruta está mal distribuido.
- El tiempo en armar un periódico: la mayor incidencia con un 38.1% en más de 2 horas, un 28.6% entre 1 y 2 horas y el restante 33.3% en menos de una hora en armar el periódico. La mayor incidencia se centra en más de dos horas y sus causas se pueden evaluar en la observación de las instalaciones de armado por las causas y sus efectos de condiciones inadecuadas ergonómicas.
- El tiempo de entrega de un periódico: un 66.7% se tarda más de 2 horas en repartir el periódico, un 28.6% entre 1 y 2 horas y un 4.8% restante menos de una hora. La impuntualidad por la entrega inoportuna es desde la culminación de rotativa, armado de periódico y desorden de las rutas.
- Un 57.1% de los trabajadores indica que las condiciones donde se arma el periódico son inadecuadas, un 28.6% que son regulares y el restante 14.3% que son buenas. Los trabajadores evalúan las condiciones de las instalaciones con respecto a condiciones ergonómicas óptimas para armar el periódico.
- Dentro de las recomendaciones por parte de los trabajadores está que un 33.3% requieren mesas de trabajo, un 33.3% mayor espacio, un 14.3% una iluminación adecuada, 14.3% incentivos económicos y un 4.8% otras recomendaciones entre capacitación y mayor personal de supervisión.

- La relación entre el supervisor y repartidor es: un 38.1% regular, un 23.8% que es buena, un 23.8% que es inadecuada, un 4.8% que es muy buena y el restante 4.8% que es muy buena.
- El 61.9% de los repartidores poseen otro trabajo además de este y un 38.1% solamente tienen el trabajo de repartidores. (*Ver anexo 6, 9*)

#### ***1.4 Análisis de la situación actual de armado del periódico y rutas del periódico.***

De acuerdo a la observación de las condiciones ergonómica, del mapa Georeferenciado de las rutas actuales del diario LA PRENSA y de la encuesta aplicada a los trabajadores que distribuyen el periódico se realizó el siguiente análisis:

- No se cuenta con la iluminación adecuada que permita mitigar problemas a corto, mediano y largo plazo oculares.
- No hay mesas de trabajo donde se pueda realizar el armado del periódico. El armado del periódico lo realizan en el suelo y los trabajadores desarrollan el armado con posturas inadecuadas.
- El espacio no es óptimo que permita la fluidez de los trabajadores.
- No hay un trabajo en equipo, cada uno arma el periódico sin distribuirse una tarea a cada trabajador que permita reducir el tiempo de armado.
- No se cuenta con medidas de higiene y seguridad adecuadas que permita que los empleados trabajen en instalaciones seguras.
- El volumen de periódico (rutas con más de 300 suscripciones) por repartidor no es la más adecuada, ya que el volumen excesivo de periódico impide el trabajo eficiente en el repartidor.

- El promedio de armado de periódico es de 2 horas, lo que causa la impuntualidad en la entrega a sus destinatarios.
- El tiempo de ruteo en su mayoría es de más de tres horas debido al desorden de las rutas.
- Se puede visualizar en el mapa georeferenciado y esquema de cruce de rutas la desorganización de cada ruta lo que causa la impuntualidad de la entrega del periódico LA PRENSA justo a tiempo.

### ***1.5 Diagrama causa-efecto de la situación actual de armado del periódico y rutas de distribución del periódico.***

De acuerdo al problema principal (impuntualidad en la entrega del periódico la prensa) existen cuatro causas principales:

- Condiciones inadecuadas ergonómicas.
- Impuntualidad en la rotativa (no se dan soluciones en este estudio, pero se recomienda realizar un análisis para solucionar este problema)
- La inadecuada distribución de las rutas del periódico LA PRENSA.
- Problemas con los recursos humanos de distribución de periódico. (*Ver Anexo 12, Diagrama causa-efecto*)

## **2- Propuesta de un mapa Georeferenciado de las rutas de distribución del periódico en Managua.**

### ***2.1 Estructuración de punto de partida para construir mapa Georeferenciado de Managua.***

Con el fin de construir el mapa Georeferenciado se siguió una metodología estructurada para construir un mapa de Managua con las rutas actuales en la capital.

Este mapa de Managua tiene como fin evaluar las rutas actuales y su distribución. Los pasos para construir el mapa piloto son los siguientes:

#### 2.1.1 Contactos iniciales con la Gerencia del Diario LA PRENSA.

Se realizó los contactos iniciales con la gerencia con el fin de obtener el patrocinio para el desarrollo del mapa. Se requirió un presupuesto de los costos incurridos, del tiempo y del personal necesario así como también de los fines que se tendrían con esta herramienta.

#### 2.1.2 Trabajo de Campo.

Una vez que la Gerencia dio el visto bueno y desembolso para cubrir los gastos, se desarrollo el trabajo de campo que tiene como fin levantar los datos de cada una de las suscripciones. El trabajo de campo fue el siguiente:

- Levantamiento de datos a cada uno de los suscriptores a través de un aparato (GPS) (Ver Anexo 10), el cual brinda la ubicación exacta del punto geográfico con un margen de error muy pequeño, el punto de la ruta se visualiza en el mapa gracias al programa ArcView.
- Una vez hecho el levantamiento ruta por ruta y capturados los datos en el programa ArcView se realiza la tarea completar los datos de cada suscriptor (nombre, dirección exacta, antigüedad, coordenadas donde se localiza, numero de ejemplares, ruta asignada).

#### 2.1.3 Costos incurridos para la prueba piloto y diseño final del mapa.

Los costos incurridos para el desarrollo del mapa se detallan en el último capítulo del costo-beneficio. A continuación se indica lo que se requirió:

- Capacitación para manipular el paquete ArcView,
- Instrumentos GPS y sus baterías.
- Gastos en trabajo de campo (viáticos y combustible).

## ***2.2 Análisis del mapa Georeferenciado de las rutas de distribución del periódico LA PRENSA.***

El tener un mapa Georeferenciado de Managua con sus rutas de distribución le brinda a LA PRENSA las siguientes ventajas y desventajas:

### ***Ventajas:***

- El periódico LA PRENSA no tenía un mapa que indicara con exactitud y un margen de error muy pequeño los puntos de referencia de cada suscripción en Managua y sus alrededores, diferenciando los grupos de suscriptores de cada ruta por un color específico y simuladas en un mapa de Managua que se puede indicar lo siguiente:
  - Base de datos de cada uno de los suscriptores. Esta base de datos se obtiene con el simple hecho de indicar un punto cualquiera. La Base de datos permite que la persona que accede al programa pueda saber datos del suscriptor rápidamente y visualizado a través de un mapa de Managua.
  - Se obtiene un mapa que está bien detallado y que el programa permite una serie de opciones que puedan determinar en el mapa saber las direcciones, vías, etc. (*Ver Anexo 11*)
- El programa con el mapa permite que se realice propuestas de reestructuración de rutas y de que se realicen simulaciones que permitan evaluar si se cumple con el horario de entrega del periódico.
- Se actualiza fácilmente la base de datos lo cual puede dar de baja a un suscriptor o ingresar uno nuevo.

### ***Desventajas:***

- Los costos de inversión inicial son altos pero a corto plazo tendrán resultados positivos. (*Ver Anexo 11*)

### ***2.3 Propuesta del mapa Georeferencia Final de rutas de distribución del periódico LA PRENSA.***

Partiendo con el mapa como prueba piloto y tomando como referencia las desventajas se reestructuran las rutas optimizando los recursos (costos y tiempo). Dicha reestructuración de las rutas se evaluará si es óptimo o no a través de una simulación que nos indica la factibilidad de la nueva propuesta de distribución del periódico. (*Ver Anexo 11*)

### **3- Rediseño de rutas con simulación del programa ARC VIEW.**

Conforme al diseño del mapa georeferenciado se puso en marcha la simulación. El procedimiento para poner en marcha la simulación fueron los siguientes:

#### *3.1 Contactos iniciales.*

Partimos de un mapa similar al que utiliza La Policía Nacional (mapa sectorial) para sus operaciones. El mapa está estructurado por distritos y sectores, lo cual nos proporciona mayor exactitud en la localización de las rutas y sobre todo nos facilita el acceso por estar dividido tomando en cuenta los principales cauces y avenidas de la Ciudad de Managua.

#### *3.2 Desarrollo del mapa.*

Teniendo como referencia el mapa por sectores, con cada una de sus rutas (mapa georeferenciado actualizado) y de los datos de cada una de las suscripciones se realiza la simulación. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se dividen las rutas en urbanas y rurales, tomando como referencia el mapa proporcionado por la policía y actualizado con sus rutas. Con el fin de tener los datos que van a servir como variables para poner en marcha la simulación.

- Se requiere del tiempo inicial de entrega de los periódicos en cada una de las rutas.
- Tiempo promedio de entrega.
- Distancia de entrega entre punto y punto.
- Volumen total de ejemplares distribuidos.
- Acceso de rutas.

### *3.3 Resultados obtenidos.*

Los resultados obtenidos de la simulación son los siguientes:

- 1- Se puede evaluar y visualizar en los mapas con las rutas actuales de la gran dispersión entre una y otra, por lo que no hay coordinación entre las rutas generando los contratiempos de entrega. (anexo 11, mapa acercamiento actual y tamaño normal)
- 2- Conforme a la nueva propuesta con el mapa sectorial de la policía se realiza un orden de rutas conforme a minimizar los tiempos y coordinación entre una y otra. Dicho orden se comprobará con la simulación. (Anexo 11, mapa propuesta acercamiento y tamaño normal – cruce de rutas).
- 3- Con los resultados de la simulación, se puede analizar que antes se tenía un promedio de entrega (entre lo que termina la rotativa, armado y entregado) de 3.12 horas, con el ordenamiento de rutas se puede minimizar el tiempo a 2.52, una diferencia de 1 hora aproximadamente. La entrega total de periódicos actual es de 7097 suscripciones, con la nueva propuesta se pretende aumentar en un 30% sin tener que elaborar ningún cambio de rutas. (*Ver Anexo 14*)

#### **4- Análisis comparativo del mapa actual y propuesto.**

##### ***Mapa propuesto***

1. El punto de partida para la elaboración del mapa propuesto en el reagrupamiento de las rutas de suscripciones en el departamento de Managua, fue la ubicación geográfica de cada punto de suscripción, a los cuales se le añadieron todos los

datos específicos con el fin de facilitar y ordenar el control de suscripciones (Nombre, Dirección, Numero de ejemplares, Teléfono, etc) ***(Ver Anexo 11, mapa actual)***

2. Se tomo como referencia un similar al mapa de distritos utilizado por la Policía Nacional, con el fin de que la capital estuviera sectorizada y facilitar el acceso a los puntos de reparto de cada ruta. Dicha sectorización se elaboró de acuerdo a los principales cauces, red vial y barrios importantes de la capital. ***(Ver Anexo 12, mapa sectores)***
3. Se ubicaron los puntos georeferenciados de suscripciones y se procedió a la formación de bloques de suscriptores en función de la sectorización explicada anteriormente diferenciando los bloques rurales y urbanos. ***(Ver Anexo 12, mapa sectorial)***
4. Para la formación de las rutas se agruparon bloques, hasta alcanzar un número óptimo de ejemplares por ruta de acuerdo al volumen máximo que pueden distribuir en los vehículos que se realiza el reparto y al tipo de ruta en cuestión. De esta manera se evito el cruce de rutas y se ordenó el mapa de suscripciones territorialmente. ***(Ver anexo 11, mapa actual) (Ver Anexo 11, mapa recomendado)***

### ***Simulación***

1. El mapa propuesto lo dividimos en dos zonas tomando como parámetros el sector urbano y rural de la ciudad. El sector urbano permite mayor facilidad de acceso y los puntos de suscripciones se encuentran más cercanos unos con otros.
2. A cada zona, se le asignó un índice de dispersión y un volumen óptimo de suscripciones.
3. Se crearon grupos (BUFFER) tomando como punto de partida el punto de origen de todas las rutas (La Prensa), en intervalos de cinco kilómetros. Esto nos



permite asignarles diferentes tiempos de inicio de ruteo a cada ruta para iniciar nuestra simulación.

4. Utilizando el simulador de Arc View y teniendo todos los datos necesarios, después de haber realizado pruebas en el campo, se corrió la simulación hasta encontrar el rediseño que nos permite cumplir con la hipótesis de nuestro trabajo. *(Ver Anexo 8 y 15, flujograma actual y recomendado)*

5.  $T_t = T_i + N(I_d)$

$T_t$  = Tiempo total de ruteo

$T_i$  = Tiempo de inicio de ruteo después de haber salido de La Prensa

$N$  = Número de suscripciones

$I_d$  = Índice de dispersión

*(Ver Anexo 14, tablas de rutas actuales y propuesta)*

**TABLA DE COMPARACIÓN**

	<b>RUTAS ACTUALES</b>	<b>RUTAS PROPUESTAS</b>
Número de suscripciones	7097	7123
Promedio de suscripciones	245	237
Mínimo	114	112
# de ejemplares máximo	397	294
Desviación estándar	75	50
Tiempo de inicio	Todas las rutas inician en un punto cercano a la prensa. $T_i$ es igual en todas. 0.17 horas	Diferentes puntos de inicio.
Tiempo promedio de ruteo.	3.12	2.52
Desviación estándar	1.16	0.66
Cruce de rutas	Alta incidencia	No hay
Fin de reparto	6:12 a.m. promedio	4:55 a.m. promedio

### **5- Propuesta de condiciones optimas ergonómicas para mejorar el flujo del proceso del periódico LA PRENSA.**

Conforme a la observación en las instalaciones donde se arman el periódico y el análisis del proceso actual se realizó un plan conformado de estrategias con el fin de mejorar las condiciones ergonómicas.

***Estrategia 1:***

Postura: Mejorar las condiciones de postura a los trabajadores que arman el periódico, brindándoles mesas adecuadas de trabajo.

***Requerimientos***

Se requiere de cinco mesas de trabajo con dimensiones adecuadas que permitan el trabajo conjunto de 6 trabajadores, ya que se armara el periódico por proceso y esto permitirá agilizar el trabajo. (Ver anexo 15, flujograma del proceso recomendado)

***Estrategia 2:***

Iluminación: Las recomendaciones de iluminación en oficinas son de 300 a 700 luxes para que no reflejen se puede controlar con un reóstato. El trabajo que requiere una alta visibilidad y una sensibilidad al contraste necesita altos niveles de iluminación. El trabajo fino y delicado debe tener una iluminación de 1000 a 10 000 luxes.

***Requerimientos:***

Un sistema eléctrico que permita iluminar las instalaciones con dimensiones de 22 metros de largo por 3.5 metros de ancho. (Ver anexo 16, cotización y esquema del sistema eléctrico)

***Estrategia 3:***

Humedad y lluvia: Se requiere para época de lluvia que las instalaciones sean más seguras y que el periódico se evite mojar.

***Requerimientos:***

Cortina multiusos que evite que la humedad y lluvia se escurra hasta el lugar del trabajo.

***Estrategia 4:***

Organizar grupos de trabajo de 6 personas con el fin de propiciar el trabajo en equipo y armar el periódico en proceso.

***Requerimientos:***

Personal de supervisión este a cargo de armar los grupos de trabajo y conformar las tareas a cada uno de ellos.

***Estrategia 5:***

Tener más supervisores con el fin de coordinar eficientemente las tareas durante el armado y entrega del periódico.

***Requerimientos:***

Contratación de 2 supervisores idóneos para que cada uno de ellos supervise un grupo de 10 trabajadores. (Ya hay un supervisor y hay 30 trabajadores en total).

***Estrategia 6:***

Requerimientos de manuales de medidas de seguridad con el fin de que los empleados estén capacitados en caso de siniestros.

***Requerimientos:***

Elaborar un plan y manual adecuado a las condiciones de la empresa.

***Estrategia 7:***

Facilitar a los empleados uniformes que identifiquen a la empresa donde trabajan.

***Requerimientos:***

Compra de gabachas con el logotipo de la empresa (33 uniformes).

***Estrategia 8:***

Realizar planes de capacitación acorde a las necesidades y debilidades de los empleados.

***Requerimientos:***

Desarrollar planes con personas especializadas, así mismo capacitar a los empleados con respecto a la implementación para mejorar la entrega del periódico.

***Estrategia 9:***

Promover y realizar convivencias con los trabajadores con el fin de mitigar la apatía y estrés laboral y propiciar el trabajo en equipo.

***Requerimientos:***

Fiestas, cumpleaños, canastas con despensas, etc.

**6- Costo-Beneficio.**

Con el fin de evaluar la factibilidad de la implementación del plan de mejoras en lo que respecta al desarrollo del mapa de rutas y del mejoramiento de las condiciones

ergonómicas, se anexa (*Ver Anexo 17 y 18*) el plan de beneficio-costos con los requerimientos necesarios, personas involucradas, tiempo y beneficios tangibles e intangibles.

## VII. CONCLUSIONES

Conforme al estudio realizado sujeto a los objetivos, se puede concluir lo siguiente:

- 1- Se realizó un diagnóstico de las condiciones ergonómicas actuales y de las rutas a través de entrevista, observación y encuesta aplicada a los trabajadores y podemos indicar:
  - Existe actualmente una desorganización de las rutas lo cual desemboca en la impuntualidad de la entrega del periódico ocasionando reclamos e insatisfacción por parte de los clientes.
  - Las condiciones ergonómicas actuales no son óptimas durante y desarrollo del proceso de armado, en lo que respecta a iluminación inadecuada, lluvia, malas posturas y falta de medidas de seguridad son los principales problemas que presenta durante el proceso de armado.
- 2- Conforme a las deficiencias en lo que respecta la desorganización de las rutas de entrega del periódico y de las condiciones inadecuadas ergonómicas se planteo a la Gerencia de LA PRENSA, el desarrollo de un estudio y propuesta de rediseño de rutas para la distribución de suscripciones del periódico LA PRENSA, en Managua.
- 3- Se desarrollo un mapa georeferenciado con el fin de ser punto de partida para conocer la ubicación exacta visualizada en un mapa sectorial de las rutas actuales que presenta Managua. Como resultado final se obtuvo un mapa georeferenciado que permite visualizar y al mismo tiempo conocer la ubicación de cada uno de los suscriptores.
- 4- El mapa georeferenciado se usa como punto de partida para realizar la simulación, además de los datos de tiempo de entrega, tiempo promedio, distribución de entrega de punto y punto y acceso de rutas. Como resultado final tenemos lo siguiente:
  - Un mapa sectorial de Managua.
  - Un mapa de rutas actuales (visualización acercamiento y normal).
  - Un mapa de rutas propuestas (visualización acercamiento y normal).
  - Mapa simulación de entregas.

- Análisis de entrega de periódico actual y propuesta.
- 5- Con el desarrollo del rediseño de rutas se tiene como fin entregar el periódico a tiempo, reducir los reclamos por parte de los clientes y tener una base de datos actualizada y visualizada en un mapa sectorial de Managua.
  - 6- Conforme a las deficiencias de las condiciones ergonómicas se plantea un plan de mejora de los siguiente:
    - Mejorar las condiciones de iluminación.
    - Mejorar las condiciones de armado de periódico evitando malas posturas.
    - Mitigar los problemas en época de lluvia.
    - Propiciar el trabajo en equipo.
    - Mayor número de supervisores con respecto a las rutas.
    - Implementación de manuales de seguridad.
    - Capacitación de los empleados.
  - 7- Finalmente se desarrolla un plan de beneficio-costos evaluando los costos incurridos para la implementación del rediseño de rutas y de las mejoras en las condiciones ergonómicas.

## VIII. RECOMENDACIONES

- 1- Negociar con la Gerencia de la PRENSA la implementación del plan de mejoras de las condiciones ergonómicas, ya que no solamente el rediseño de las rutas permitirá entregar el periódico con puntualidad, como también mejorar las condiciones de los trabajadores.
- 2- Desarrollar un plan de mejoras en la puntualidad de la rotativa, ya que sumado al mejoramiento de las condiciones ergonómicas actuales y del rediseño de rutas de la distribución del periódico LA PRENSA, podrán mejorar el conjunto de la entrega puntual del periódico.
- 3- Actualizar la base de datos cada vez que exista un nuevo suscriptor o bien bajas de los mismos.
- 4- Invitar a la gerencia a tener un mejor conocimiento de las condiciones actuales en las que trabajan los repartidores con el fin de darles respuestas a las necesidades básicas de los mismos.
- 5- Proponer que la entrega de suscripciones para el casco urbano se realice en motos de tres ruedas con el fin de permitir una mayor seguridad a los empleados.
- 6- La capacitación del personal es vital para lograr que este plan resulte exitoso, todos deben ser parte del cumplimiento de las metas de la empresa con el fin de lograr la visión y misión de la misma.



## BIBLIOGRAFIA

### ***Libros y folletos:***

- Aguirre, Danilo, “Un periódico Pluralista”. Editorial La Prensa; Managua, Nicaragua.
- Ballou H. Ronald (2004), *Lógica: Administración de la Cadena de Suministro*, 5ª Edición, Editorial Prentice Hall, México, Distrito, Federal.
- Chamorro, Pedro Joaquín (1995), “Historial empresarial”. Editorial La Prensa; Managua, Nicaragua.
- Chamorro, Pedro Joaquín, “Proyección político social”. Editorial La Prensa; Managua, Nicaragua.
- Cuadra, Pablo Antonio, “La República de papel”. Editorial La Prensa; Managua, Nicaragua.
- Mathur Kamlesh & Solow Daniel (1996), “Investigación de Operaciones”, Editorial Prentice Hall, México, Distrito, Federal.
- Seminario Internacional, “Diseñando rutas de distribución”; Managua, Nicaragua.
- Using ArcView GIS (1996, Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI)
- Introducción a ArcView en África Occidental. (1996), Center for Research in Water Resources. University of Texas at Austin.
- ArcView 3.1 on line help (1992-1998), Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI)

***Internet:***

- <http://www-ni.laprensa.com.ni/> (LA PRENSA INTERNET)
- <http://www.fermines.com/solo/> (Introducción al GPS)
- <http://www.esri.com>

***Geographic Information Systems***

***Better Decisions Through Modeling and Mapping Our World***

- <http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/GISHydro/africa/ex1af/ex1afs.htm>  
(Introducción a ArcView en Africa Occidental)
- <http://www.geotecnologias.com/>

