



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA
EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Iván Emilio Álvarez Roldan

Asesorado por el Ing. Pablo Christian de León Rodríguez

Guatemala, marzo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA
EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

IVÁN EMILIO ÁLVAREZ ROLDAN

ASESORADO POR EL ING. PABLO CHRISTIAN DE LEÓN RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jorgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordóñez Hernández
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA
EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 26 de agosto de 2013.



Iván Emilio Álvarez Roldán

Guatemala, 25 de agosto 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le extiendo un cordial saludo, esperando que sus actividades sean de éxito. El motivo de la presente es para comunicarle que el trabajo de graduación **CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**, se encontró bajo mi asesoría y revisión, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil *Ivan Emilio Álvarez Roldan*.

El buen desarrollo de este trabajo, representa para el área de la construcción un aporte, por medio del cumplimiento de los objetivos que describe. En tanto para que se brinde la continuidad del trámite respectivo, cuenta con mi aprobación en la presente fecha.

Sin otro particular se suscribe de usted.

Atentamente,

Ing. Civil Msc. Pablo Christian de León Rodríguez
Asesor.



ID Y ENSEÑAD A TODOS



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
10 de octubre de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ivan Emilio Álvarez Roldán, quien contó con la asesoría del Ing. Msc. Pablo Christian de León Rodríguez.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
USAC

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarria
Jefe Del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Pablo Christian de León Rodríguez y del Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Ivan Emilio Álvarez Roldán titulado **CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, marzo 2017
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala

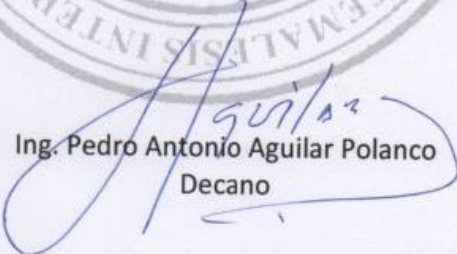


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 0160.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CONSIDERACIONES SOBRE LA ERGONOMÍA Y SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario: **Iván Emilio Álvarez Roldan**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, marzo de 2017

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ingeniería	Por ser mi centro de estudio.
Dios todopoderoso	Por permitirme la vida y la fortaleza para emprenderla.
Mi madre	Por su amor y enseñanzas, al hacerme la persona que soy.
Mi asesor	Por compartir sus conocimientos y darme oportunidades.
Mis catedráticos amigos	Por colaborar conmigo en mi desarrollo profesional.
Todas aquellas personas	Que de una u otra forma contribuyeron a la realización de mi trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la fortaleza y la paz que me ha dado en mi vida.
Mi madre	Por ser mi guía, mi apoyo y mi ejemplo de emprendimiento, en mi crecimiento personal y profesional.
Mi padre	Por su apoyo en todo momento.
Mi esposa	Por sus cuidados y su amor, al ser mi compañera y soporte en todos los aspectos de nuestro matrimonio.
Mi hijo	Por ser mi motivación e inspiración para luchar siempre por ti.
Mis hermanos	Por crecer conmigo y aprender juntos lo importante que son para mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ERGONOMÍA	1
1.1. Definición	1
1.2. Antecedentes históricos.....	1
1.3. Importancia	2
1.4. Dominios ergonomía	4
1.4.1. Ergonomía cognitiva	6
1.4.2. Ergonomía física	6
1.4.3. Ergonomía organizacional	6
1.4.4. Ergonomía visual	7
1.5. Ámbitos de la ergonomía	7
1.5.1. El diseño de productos	8
1.5.2. Diseño de puestos de trabajo	8
1.5.3. Ergonomía del producto	9
1.5.4. Diseño ergonómico de puestos de trabajo	10
1.5.5. Diseño del trabajo manual	10
1.5.6. Diseño de estaciones de trabajo, herramientas y equipo	11
1.6. Características.....	12

1.6.1.	Funcionamiento del cuerpo	12
1.6.2.	Problemas y recomendaciones	13
1.6.2.1.	Generales	14
1.6.2.2.	Particulares de acuerdo al puesto y tipo de actividad	15
1.7.	Elementos y equipos ergonómicos	16
1.8.	Beneficios	19
2.	INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	21
2.1.	Definición.....	21
2.2.	Antecedentes	21
2.3.	Características.....	21
2.3.1.	Personal	24
2.3.2.	Materiales.....	25
2.3.3.	Métodos.....	26
2.4.	Proyectos de construcción.....	26
2.4.1.	Definición	26
2.4.2.	Tipos de proyectos	27
2.5.	Gestión ambiental	28
2.5.1.	Aspectos ambientales	29
2.5.2.	Impactos ambientales	29
2.5.3.	Medidas de mitigación	30
2.5.4.	Monitoreo ambiental	30
3.	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	33
3.1.	Definición.....	33
3.2.	Antecedentes	33
3.3.	Importancia	34
3.4.	Regulaciones aplicables	35

3.4.1.	Nivel internacional	35
3.4.2.	Nivel nacional	38
3.5.	Riesgos ocupacionales.....	39
3.5.1.	Definición	39
3.5.2.	Tipos	40
3.5.3.	Características	40
3.5.4.	Clasificación	41
3.6.	Equipos de protección personal	44
3.6.1.	Tipos	44
3.6.2.	Características	47
4.	ERGONOMÍA EN LA CONSTRUCCIÓN	51
4.1.	Generalidades	51
4.2.	Características	52
4.2.1.	Problemas y recomendaciones	53
4.2.2.	Generales	54
4.2.3.	Particulares de acuerdo al puesto y tipo de actividad	55
4.3.	Actualidad y desarrollo	60
4.3.1.	Nivel internacional	60
4.3.2.	Nivel nacional	61
4.4.	Factores de riesgo ergonómico	61
4.4.1.	Identificación	62
4.4.2.	Análisis	62
4.5.	Técnicas ergonómicas	63
4.5.1.	Actividades al nivel del piso o suelo	63
4.5.2.	Actividades que requieren movimientos por encima de la cabeza	65

4.5.3.	Actividades para levantar, sostener y manipular materiales	67
4.5.4.	Trabajos realizados con actividades manuales intensas	69
4.6.	Beneficios	72
5.	RESULTADOS TRABAJO DE CAMPO	73
5.1.	Generalidades	73
5.2.	Descripción.....	73
5.3.	Análisis y tabulación de información	78
5.3.1.	Visitas a proyectos	79
5.3.2.	Listas de verificación	80
5.3.3.	Encuesta	82
5.4.	Discusión de resultados	103
5.5.	Acciones preventivas sugeridas	104
5.5.1.	De carácter general	105
5.5.2.	De acuerdo a los resultados	108
	CONCLUSIONES.....	115
	RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Actividad realizada con postura forzada, sector construcción.....	3
2.	Dimensiones antropométricas.....	13
3.	Extensión-abducción / movimiento superior-inferior.....	15
4.	Construcción del Rockefeller Center, 29 de septiembre de 1932.....	23
5.	Fases de proyectos de construcción.....	27
6.	Actividades de la construcción con elevadas demandas de carga física.....	51
7.	Principales tareas de manipulación manual de cargas: levantamiento, transporte, empuje y arrastre de cargas	57
8.	Tareas repetitivas en el sector de la construcción.....	57
9.	Posturas de trabajo forzadas en el sector de la construcción.....	58
10.	Diagrama de causa-efecto de Ishikawa para la identificación y análisis de factores de riesgos de trabajo en la industria de la construcción.....	78
11.	Resultados datos generales entrevistados. Edad entrevistado.....	83
12.	Resultados datos generales entrevistados. Estudios realizados.....	84
13.	Resultados datos generales entrevistados. Experiencia construcción.....	85
14.	Resultados datos generales entrevistados. Habilidad manual.....	86
15.	Resultados datos puesto evaluado. Experiencia en la actividad evaluada.....	87

TABLAS

I.	Efectividad de las intervenciones ergonómicas.....	4
II.	Áreas de actuación que intervienen en un estudio ergonómico.....	5
III.	Elementos ergonómicos, sector construcción.....	16
IV.	Equipos ergonómicos (para la manipulación de cargas), sector construcción.....	19
V.	Factores de riesgo en la construcción.....	42
VI.	Tipos y características equipo de protección personal.....	45
VII.	Porcentaje de accidentes según su origen y magnitud.....	52
VIII.	Origen de los accidentes.....	59
IX.	Resumen factores de riesgo identificados en listas de verificación.....	80
X.	Resultados descripción de las actividades que actualmente realiza en el proyecto.....	89
XI.	Resultados datos puesto evaluado. Identificación de riesgos ergonómicos físicos (REF).....	91
XII.	Resultados datos puesto evaluado. Identificación de riesgos ergonómicos organizacionales (REO).....	93
XIII.	Resultados datos puesto evaluado. Identificación de riesgos ergonómicos ambientales (REA).....	95
XIV.	Resultados datos puesto evaluado. Identificación de condiciones de seguridad.....	97
XV.	Resultados datos puesto evaluado. Identificación de carga física trabajo.....	99
XVI.	Resultados datos puesto evaluado. Identificación de condiciones de salud.....	101
XVII.	Resultados datos puesto evaluado. ¿Ha experimentado dolor, cosquilleo, adormecimiento o pérdida de la fuerza en los músculos o pérdida del movimiento en las articulaciones?	102

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
d	Día
h	Hora
m	Metro
%	Porcentaje
T	Tiempo
U	Unidad

GLOSARIO

Antropometría	La antropometría es la rama de las ciencias humanas que estudia las mediciones corporales.
Aplicación	Emplear, administrar o poner en práctica un conocimiento, medida o principio, a fin de obtener un determinado efecto o rendimiento en alguien o algo.
Ergonomía	Es la aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de ingeniería para asegurar la adaptación del hombre y el trabajo, con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar.
Factores de riesgo	Condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que encierra un daño potencial en la salud de los trabajadores o un efecto negativo en la empresa.
Fatiga	Es un estado del cuerpo que resulta cuando el organismo no produce suficiente energía para que los músculos realicen una tarea.
Fuerza de agarre	Fuerza física realizada por la mano cuando se sostiene o agarra un objeto.

Maquinaria	Es un implemento mecánico genérico que se usa en procesos de fabricación y que implica la transformación de un material o producto. Estos pueden ser móviles accionados por tracción mecánica.
MMC	Siglas de Manipulación manual de cargas.
MR	Siglas de Movimientos repetitivos.
OIT	Siglas de la Organización Internacional del Trabajo.
OSHA	Siglas en inglés de la Administración de Seguridad Ocupacional y la Salud (Occupational Safety and Health Administration).
PF	Siglas de Posturas forzadas.
PI	Siglas de Proyecto infraestructura.
Posturas forzadas	La postura es la posición que adquiere el cuerpo al desarrollar las actividades del trabajo. Una postura forzada está asociada a un mayor riesgo de lesión.
Productividad	Relación entre la producción final y factores productivos (tierra, equipo y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios.

Programa de ergonomía	Proceso sistemático de prever, identificar, analizar y controlar factores de riesgo ergonómico.
PV	Siglas de Proyecto vivienda.
REA	Riesgos ergonómicos ambientales.
REF	Riesgos ergonómicos físicos.
Rendimiento	Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.
REO	Riesgos ergonómicos organizacionales.
Sistema músculo esquelético	Está compuesto por los tejidos blandos y los huesos del cuerpo. Las partes del sistema músculo esquelético son los huesos, músculos, tendones, ligamentos, cartílagos, nervios y vasos sanguíneos.
Tejidos blandos	Tejidos que conectan, sirven de soporte o envuelven otras estructuras u órganos del cuerpo.
Tendón	Material duro parecido a un cordón que conecta los músculos a los huesos. Los tendones transfieren fuerzas y movimientos de los músculos a los huesos. Los tendones no son elásticos y tanto la fuerza excesiva como el torcerlos exageradamente pueden causar que se rompan o se rasguen como una cuerda.

Tensión

Carga o esfuerzo del cuerpo humano ocasionada por causas externas al cuerpo, como una actividad, el entorno físico, los horarios de trabajo y descanso y las relaciones sociales.

Trastorno

Una afección médica en la que alguna parte del cuerpo no funciona adecuadamente.

RESUMEN

Actualmente muchas empresas se interesan en la prevención tanto de accidentes como de enfermedades profesionales que afectan su nivel de productividad y el bienestar integral de sus trabajadores.

Un buen ambiente laboral hace que la ocupación genere una mínima carga de trabajo y, por lo tanto, ocasione menos fatiga o cansancio al cuerpo lo cual redundaría en menores riesgos para la vida. El hombre conforma el motor vital e impulsor del sistema productivo de un país, y a medida que se asegure su bienestar, este podrá desarrollarse de una manera más eficiente en todos los niveles de su vida.

La evaluación de riesgo de lesiones en el sector de la construcción es compleja y de difícil ejecución, entre las causas que ocasionan esta dificultad se encuentran las características de los procesos productivos y las de sus actividades sometidas a influencia de múltiples variables. La ergonomía es una ciencia que produce e integra el conocimiento de las ciencias humanas para adaptar los trabajos, sistemas, productos, ambientes, a las habilidades mentales y físicas, así como, a las limitaciones de las personas.

El presente trabajo busca generar información valiosa y actualizada sobre la actualidad y desarrollo de la ergonomía y su aplicación en la industria de la construcción; priorizan la participación del ingeniero civil y las oportunidades de desarrollo profesional en el tema.

OBJETIVOS

General

Elaborar un documento que presente consideraciones sobre la ergonomía y su aplicación como herramienta en la prevención de riesgos, en la industria de la construcción.

Específicos

1. Promocionar la ergonomía como cultura preventiva entre los involucrados en el sector de la construcción.
2. Generar información que permita mejorar las condiciones ergonómicas del trabajo en el sector de la construcción.
3. Identificar, valorar y clasificar los riesgos ergonómicos presentes en las actividades de la construcción, de tal forma que permita relacionarlos a tareas específicas del trabajo constructivo.
4. Ofrecer al estudiante y profesional de la ingeniería civil un documento que sirva como consulta.
5. Conocer las normas y especificaciones nacionales e internacionales sobre la ergonomía en la construcción.

6. Presentar los beneficios, producto de la aplicación de aspectos ergonómicos en la construcción.
7. Conocer los principales tipos y características de los equipos de protección personal en la construcción.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales retos de la industria moderna es mejorar la seguridad e higiene en el trabajo; en la actualidad, muchas empresas en Guatemala enfrentan problemas generados por los accidentes y enfermedades de origen laboral donde el sector de la construcción registra un significativo porcentaje.

Debido a sus características, en la construcción es trascendental el empleo intensivo de mano de obra; en muchos casos este recurso se ve amenazado por una serie de factores que provocan accidentes y enfermedades laborales; la exposición varía de oficio en oficio, de obra a obra, cada día, incluso cada hora.

El capítulo uno introduce al lector en el campo de la ergonomía, presentan las definiciones y conceptos más importantes concernientes al tema. El capítulo dos trata sobre la industria de la construcción, incluyen aspectos administrativos, técnicos y de gestión ambiental.

En el capítulo tres se presenta el tema de la seguridad e higiene laboral con especial énfasis en el sector de la construcción. Dentro del capítulo cuatro se abordan las definiciones y conceptos más importantes sobre la ergonomía en la construcción.

Finalmente, el capítulo cinco incluye el análisis y tabulación de los resultados del trabajo de campo realizado, material que sirvió de base para las acciones preventivas sugeridas.

Mediante la lectura del presente trabajo, se pueden identificar algunos de los contenidos y objetivos básicos de la ergonomía, aplicada en el sector de la construcción y la importancia que esta toma día a día para las empresas.

1. ERGONOMÍA

1.1. Definición

- “La relación entre el hombre y su trabajo, su equipamiento y, en particular, la aplicación de los conocimientos anatómicos, fisiológicos y psicológicos a los problemas engendrados por esta relación”.¹
- “Ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort”.²

1.2. Antecedentes históricos

La ergonomía nace en los tiempos en que el hombre adoptó una conducta social, aprendió a cultivar la tierra y se volvió sedentario. Los fundamentos de la ciencia de la ergonomía se han establecido dentro del contexto de la cultura de la antigua Grecia; existen registros arqueológicos de las dinastías egipcias que ilustran aplicación de principios ergonómicos.

¹ISLAS REYES, Daniel. *Evaluación de las prácticas ergonómicas en una empresa manufacturera mediante la aplicación del método LEST*. p. 22.

²*Conceptos básicos de ergonomía*. http://www.ingenieria.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Conceptos_basicos_Ergonomia. Consulta: 01 de agosto de 2013.

La primera referencia a la ergonomía aparece citada en el libro del polaco Wojciech Jastrzebowski (1857); indudablemente fueron los ingleses quienes impusieron el término en el mundo actual, formando la primera Sociedad Inglesa de Ergonomía, Ergonomics Research Society, fundada en 1949. Durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), el progreso de la tecnología permitió construir máquinas y el perfeccionamiento progresivo de su tecnología dio lugar al surgimiento de la ergonomía moderna.

Actualmente, la ergonomía está regulada por ciertos organismos; su estudio se rige por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés), fundada en 1961 con más de 30 países miembros. Su meta principal es promover el conocimiento y la práctica de la ergonomía, promoviendo las actividades y la cooperación internacionales.

1.3. Importancia

La ergonomía es una ciencia multidisciplinaria que se ha desarrollado a lo largo de los años hasta volverse una disciplina compleja, requiere del apoyo de diversas materias para su estudio, así que se fundamenta en gran cantidad de enfoques y perspectivas. Es un conocimiento aplicado desde siempre a la búsqueda natural de la adaptación de los objetos y el medio a las personas.

A nivel mundial de acuerdo con la información existente, “cada año mueren más de 2 millones de personas a nivel internacional, debido a accidentes o enfermedades que tienen que ver con el trabajo. La OIT ha calculado que, económicamente, se pierde el 4 por ciento del PIB anual mundial, debido a los accidentes y enfermedades laborales”.³

³ISLAS REYES, Daniel. *Evaluación de las prácticas ergonómicas en una empresa manufacturera mediante la aplicación del método LEST*. p. 14.

Figura 1. **Actividad realizada con postura forzada, sector construcción**



Fuente: elaboración propia.

Los países en vías de desarrollo tienen las poblaciones más grandes, los niveles más altos de pobreza, mala salud y la gran necesidad de mejores condiciones laborales. La importancia que se da a la salud ocupacional en América Latina es escasa, “Las pérdidas económicas por enfermedades y lesiones ocupacionales representan, en América Latina, del 9 % al 12 % del PIB mundial, según un cálculo de la Organización Internacional del Trabajo (Organización Internacional del trabajo, 2 009)”.⁴

⁴ISLAS REYES, Daniel. *Evaluación de las prácticas ergonómicas en una empresa manufacturera mediante la aplicación del método LEST*. p. 16.

Tabla I. **Efectividad de las intervenciones ergonómicas**

Medición de efectividad	Reducción promedio
Nº de trastornos musculoesqueléticos derivados del trabajo	49,5 %
Días de trabajo perdidos	65,0 %
Días por lesión	56,6 %
Costo de trastornos musculoesqueléticos derivados del trabajo	64,8 %
Costo por indemnización	43,6 %

Fuente: CERDA, E. *Programa de ergonomía aplicada a obras de construcción y montaje industrial. El proyecto Ergo SK.* p. 8.

1.4. Dominios ergonomía

La ergonomía, como ciencia multidisciplinar, incluye a profesionales de diversas áreas: ingenieros, diseñadores, médicos, enfermeras, kinesiólogos, terapeutas ocupacionales, psicólogos, especialistas en recursos humanos, arquitectos, y muchos otros.

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.

A continuación se presentan los principales dominios de la ergonomía: incluyendo la ergonomía cognitiva, física, organizacional y visual.

Tabla II. **Áreas de actuación que intervienen en un estudio ergonómico**

Áreas de actuación	
Área de estudio	Concepto
Antropometría	Estudia las proporciones y las medidas de los segmentos corporales del cuerpo humano.
Biomecánica	A partir de las leyes del movimiento mecánico, estudia el sistema oseomuscular humano como un sistema mecánico clásico (newtoniano).
Fisiología	Determina la capacidad de esfuerzo máxima de las personas a la hora de poder ejecutar una actividad por medio de variables metabólicas y cardiovasculares. También, explica las modificaciones y las alteraciones que sufre el organismo por el efecto del trabajo realizado.
Ergonomía ambiental	Estudia las condiciones físicas que rodean a la persona y que influyen en ella a la hora de desempeñar su trabajo. Aquí se incluyen: el ambiente termohigrométrico, el ambiente acústico, el ambiente lumínico y cromático y la calidad del aire interior.
Ergonomía cognitiva	Estudia el formato de la información para facilitar la comprensión a la persona. Es de especial importancia la consideración de los conocimientos y la experiencia previa de la persona, así como de los factores de riesgo individuales, particularmente la edad.
Ergonomía de necesidades específicas	Analiza las adaptaciones que deben hacerse en los lugares de trabajo a fin de complementar las posibles deficiencias o discapacidades físicas, ya sean permanentes o transitorias, de las personas expuestas.
Ergonomía transgeneracional	Analiza la adaptación de los sistemas de trabajo ante la pérdida de aptitudes que experimentan las personas con la edad.

Fuente: elaboración propia.

1.4.1. Ergonomía cognitiva

La ergonomía cognitiva (también llamada 'cognoscitiva') se interesa en los procesos mentales: percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora, en la medida que estas afectan las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos componentes de un sistema.

Los asuntos que le resultan relevantes incluyen: carga de trabajo mental, toma de decisiones, funcionamiento experto, interacción humano-máquina, confiabilidad humana, estrés laboral y entrenamiento y capacitación; en la medida en que estos factores pueden relacionarse con el diseño de la interacción humano-sistema.

1.4.2. Ergonomía física

La ergonomía física se preocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en tanto que se relacionan con la actividad física. Sus temas más relevantes incluyen las posturas de trabajo, manejo manual de materiales, movimientos repetidos, lesiones músculo-tendinosas (LMT) de origen laboral, diseño de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

1.4.3. Ergonomía organizacional

La ergonomía organizacional se interesa en la optimización de sistemas socio-técnicos, incluyendo estructura organizacional, políticas y procesos. Son temas relevantes a este dominio los aspectos de la comunicación, la gerencia de recursos humanos, el diseño de tareas, el diseño de horas laborables y trabajo en turnos, el trabajo en equipo, el diseño participativo, la ergonomía

comunitaria, el trabajo cooperativo, los nuevos paradigmas del trabajo, las organizaciones virtuales, el teletrabajo y el aseguramiento de la calidad.

1.4.4. Ergonomía visual

Estudia la forma de conseguir la mayor comodidad y eficacia de una persona cuando realiza tareas que implican una exigencia visual importante, cada vez se somete a un mayor esfuerzo al sistema visual, ya sea porque ahora se estudia más que hace décadas, porque se trabaja más con pantallas de ordenador o, por ejemplo, porque se utilizan constantemente los teléfonos móviles. Las condiciones inadecuadas para la visión, pueden causar fatiga, dolor de cabeza, accidentes, deficiencia del trabajo y posiciones incómodas del cuerpo.

1.5. Ámbitos de la ergonomía

La ergonomía se centra en dos ámbitos: el diseño de productos y el puesto de trabajo. Su aplicación al ámbito laboral ha sido tradicionalmente la más frecuente; aunque también está muy presente en el diseño de productos y en ámbitos relacionados como la actividad del hogar, el ocio o el deporte. El diseño y adaptación de productos y entornos para personas con limitaciones funcionales (personas mayores, personas con discapacidad, entre otros) es también otro ámbito de actuación de la ergonomía.

La ergonomía industrial como campo de conocimiento que interviene en la producción es un concepto relativamente nuevo por lo que respecta al nivel de estudio y, sobre todo, de aplicación. A pesar de ello, cada día tiene más difusión y necesidad de aplicación y, en consecuencia, también más demanda.

1.5.1. El diseño de productos

Todo diseño ergonómico ha de considerar los objetivos de la organización, teniendo en cuenta aspectos como la producción, eficiencia, productividad, rentabilidad, innovación y calidad en el servicio.

El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera de adaptar estos a las capacidades, necesidades y limitaciones de personas; el concepto busca evitar que la solución a los problemas del puesto de trabajo sea el camino contrario, es decir, exigir reiteradas y numerosas adecuaciones a la persona para adaptarse al puesto de trabajo.

1.5.2. Diseño de puestos de trabajo

Su aplicación al ámbito laboral ha sido tradicionalmente el más frecuente; aunque también está muy presente en el diseño de productos y en ámbitos relacionados como la actividad del hogar, el ocio o el deporte. En el proceso de diseño y ejecución de un puesto de trabajo siempre existe una necesidad inicial de informar a los usuarios y organizar el proyecto de forma que estos tengan una participación plena para que el resultado final sea aceptado por todos. En ese proceso siempre habrá que tener en cuenta las fases siguientes:

- Recabar las peticiones del usuario
- Establecer las prioridades de estas peticiones
- Transferir las peticiones a
 - Especificaciones técnicas
 - Especificaciones del usuario

- Desarrollar de forma iterativa el diseño físico del puesto de trabajo
- Materializar el proyecto
- Período de pruebas de la producción
- Producción plena
- Evaluar e identificar los problemas de descanso

1.5.3. Ergonomía del producto

El objetivo de este ámbito son los consumidores, usuarios y las características del contexto en el cual el producto es usado. El estudio de los factores ergonómicos en los productos busca crear o adaptar productos y elementos de uso cotidiano o específico de manera que se adapten a las características de las personas que los van a usar. Es decir, la ergonomía es transversal, pero no a todos los productos, sino a los usuarios de dicho producto.

En sentido estricto, ningún objeto es ergonómico por sí mismo, ya que la calidad de tal, depende de la interacción con el individuo. No bastan las características del objeto. El diseño ergonómico de productos, trata de buscar que estos sean: eficientes en su uso, seguros, que contribuyan a mejorar la productividad, sin generar patologías en el humano, que en la configuración de su forma indiquen su modo de uso y características de uso.

Para lograr estos objetivos, la ergonomía utiliza diferentes técnicas en las fases de planificación, diseño y evaluación: análisis funcionales, biomecánicas, datos antropométricos del segmento de usuarios objetivo del diseño, ergonomía cognitiva y análisis de los comportamientos fisiológicos de los segmentos del cuerpo comprometidos en el uso del producto.

1.5.4. Diseño ergonómico de puestos de trabajo

La evaluación ergonómica de los puestos de trabajo es en gran medida un problema de comunicación, si se tiene en cuenta el complejo conjunto de variables. Todo diseño ergonómico ha de considerar los objetivos de la organización, teniendo en cuenta aspectos como la producción, eficiencia, productividad, rentabilidad, innovación y calidad en el servicio.

El diseño y adaptación de productos y entornos para personas con limitaciones funcionales (personas mayores, personas con discapacidad, entre otros) es también otro ámbito de actuación de la ergonomía.

1.5.5. Diseño del trabajo manual

El cuerpo humano es capaz de producir movimientos debido a un sistema complejo de músculos y huesos. Es necesario conocer la conformación del sistema oseomuscular para adentrarse en el análisis del trabajo manual y desarrollar aplicaciones que permitan reducir los riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajo. La capacidad de la fuerza humana depende de tres factores importantes:

- El tipo de fuerza
- El músculo o coyuntura de movimiento que se utiliza
- La postura

1.5.6. Diseño de estaciones de trabajo, herramientas y equipo

La ingeniería de métodos reconoce estos conceptos al lograr adaptarlos y ajustarlos al operario como ergonomía, este enfoque ayuda a lograr una mayor producción y eficiencia en las operaciones y menores tasas de lesiones para los operarios.

En cada movimiento interviene una distancia, mientras más grande sea mayor es el esfuerzo muscular, el control y el tiempo; por lo tanto, es importante minimizar las distancias. Como los movimientos se hacen en tercera dimensión, al igual que en el plano horizontal, el área normal de trabajo se aplica también al plano vertical.

Generalmente, el uso de una herramienta requiere fuerza; las características del agarre se han definido en términos de agarre de fuerza, agarre de precisión y agarre de gancho; con los que pueden llevarse a cabo prácticamente todas las actividades humanas manuales. Como las herramientas deben ajustarse a las necesidades de distintos usuarios, pueden surgir conflictos importantes que será necesario solucionar.

- Algunos se derivan de las limitaciones en la capacidad del usuario (las limitaciones humanas son inherentes y normalmente invariables).
- Otros son intrínsecos a la herramienta (la forma y función de la herramienta están sujetas a un cierto grado de modificación).

1.6. Características

Para aplicar de mejor manera los estudios ergonómicos se deben conocer ciertas características relacionadas.

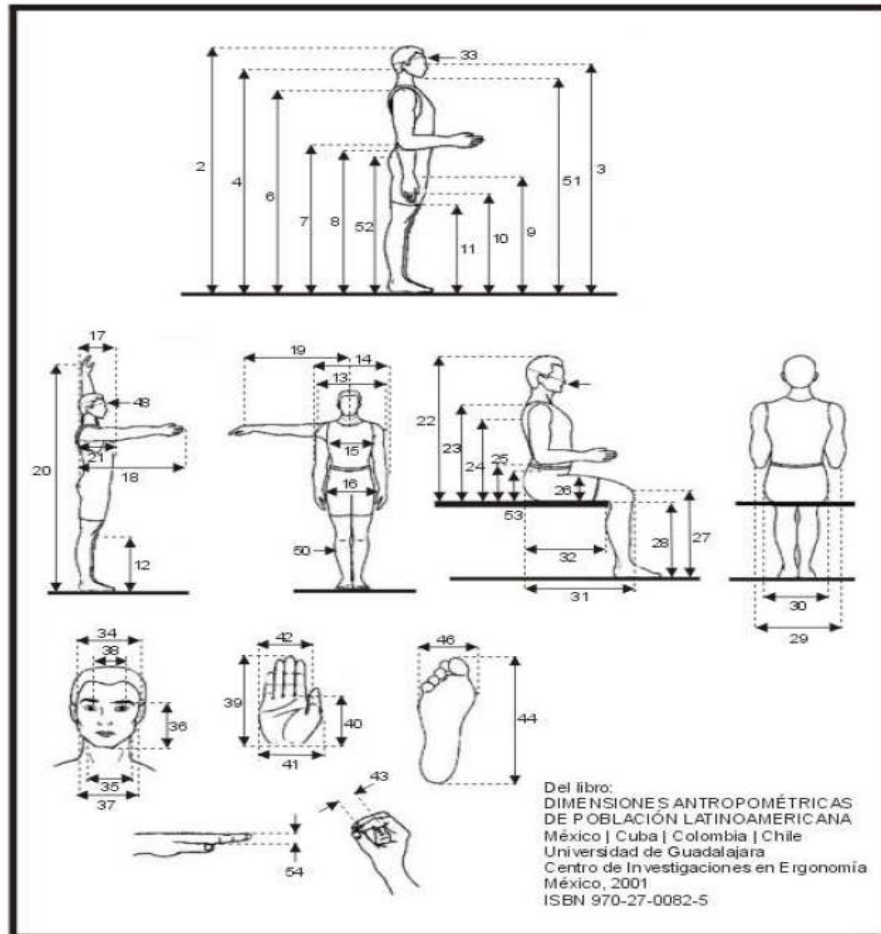
1.6.1. Funcionamiento del cuerpo

Para una correcta conformación del puesto de trabajo es necesario el conocimiento de las medidas más importantes del cuerpo humano y las extensiones de los movimientos de las manos, brazos, piernas y pies; las dimensiones y proporciones del cuerpo humano son muy diferentes de una persona a otra.

La antropometría es la ciencia de la determinación y aplicación de las medidas del cuerpo humano, las que están determinadas por la longitud de sus huesos, el espesor de las capas musculares y de los tejidos y de la forma y mecánica de las articulaciones.

- Antropometría estática: es la que de forma objetiva busca una relación entre la constitución corporal del individuo, en función de las medidas del proyecto de un puesto de trabajo, sin preocuparse por los movimientos.
- Antropometría dinámica: parte del análisis de la biomecánica de los movimientos (es decir, de los desplazamientos de los segmentos del cuerpo al realizar alguna actividad), para lograr un diseño del puesto de trabajo de acuerdo con una tarea específica.

Figura 2. Dimensiones antropométricas



Fuente: PEREZ Jaime. *Propuesta de procedimiento para evaluación ergonómica de los desórdenes por trauma acumulativos en las estaciones de trabajo.* p. 135.

1.6.2. Problemas y recomendaciones

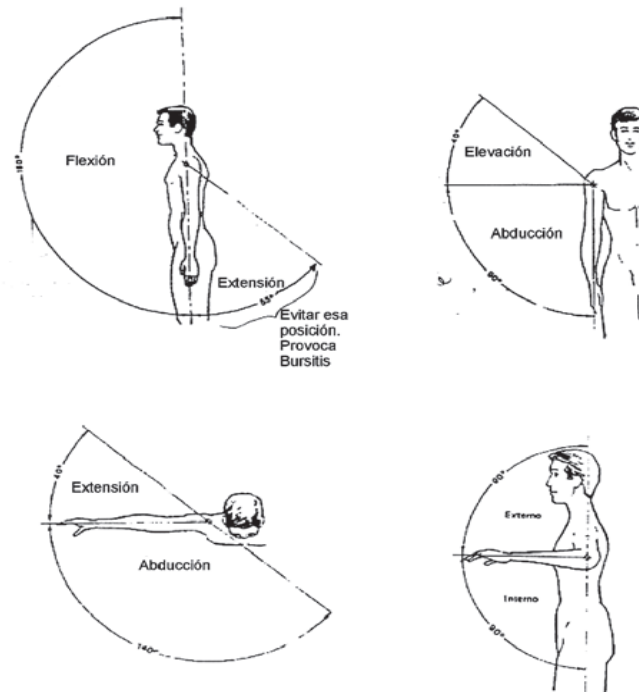
Dentro del análisis ergonómico de una empresa, es necesario evaluar y considerar algunas características relacionadas con los problemas y recomendaciones que se pueden presentar.

1.6.2.1. Generales

De acuerdo a las actividades que se desarrollen, se pueden definir los siguientes movimientos básicos que el individuo efectúa:

- Movimientos de la cabeza: deben estudiarse tanto en la flexión (bajar la cabeza) como en la extensión (levantar la cabeza), en la lateralización (inclinarse hacia la derecha y/o izquierda) y en la rotación (giro a derecha y/o izquierda).
- Movimientos de las piernas: se estudian con el mismo criterio empleado para los brazos; es decir, se considera la abducción en el punto de rotación de la articulación de la pierna con la cadera (cabeza del fémur), y la extensión y flexión en el punto articular de la pierna con la rodilla.
- Movimientos del tronco: se debe tener en cuenta principalmente la flexión (inclinarse hacia adelante o encorvarse), la lateralización (inclinación del tronco con respecto a las piernas hacia derecha o izquierda) y, por último, la rotación del tronco sobre la cadera (rotación de la columna vertebral).
- Movimientos de brazos: los miembros superiores poseen una enorme capacidad de movimiento, siendo la principal herramienta de trabajo, pero tienen limitaciones de capacidad mecánica y de resistencia temporal.

Figura 3. **Extensión-abducción / Movimiento superior-inferior**



Fuente: MELO José. *Ergonomía práctica. Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo*. p. 90.

1.6.2.2. Particulares de acuerdo al puesto y tipo de actividad

La postura corporal es la posición que debe adoptar una persona al desarrollar una tarea, en otras palabras, la conveniencia de adoptar una u otra postura corporal debe ser considerada bajo los siguientes dos aspectos:

- Desde el punto de vista de la tarea a realizar.
- Desde el punto de vista de la sollicitación a la que está sometida la persona al efectuar la tarea.

1.7. Elementos y equipos ergonómicos

Además de las recomendaciones ergonómicas sobre hábitos de trabajo, diseño del espacio y los equipos de protección personal básicos (casco, mascarilla, calzado de seguridad, entre otros), también, existe una serie de elementos y equipos que pueden mejorar el desempeño de la tarea y reducir el impacto de los riesgos ergonómicos.

Los elementos y equipos ergonómicos son aquellos que pueden ser útiles para mejorar las condiciones de trabajo, facilitar la realización de las tareas y reducir el impacto de los riesgos ergonómicos. Su uso no es obligatorio pero puede resultar muy útiles en ciertas situaciones. La característica común de estos equipos es que pueden reducir los riesgos ergonómicos existentes en el puesto de trabajo.

Tabla III. **Elementos ergonómicos, sector construcción**

Tipo elemento	Descripción	Ventajas
Plantillas con absorción de impactos	<p>Plantillas delgadas que pueden colocarse directamente dentro de los zapatos o botas de trabajo.</p> <p>Las plantillas pueden cubrir todo el pie o solo una parte (por ejemplo, el talón). Normalmente están fabricadas en caucho, espuma u otro material plástico.</p>	<p>Absorben parte de los impactos de los pies contra el suelo, reduciendo la incidencia de los impactos sobre las piernas y la columna vertebral. Su uso está indicado en tareas en las que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se ha de permanecer la mayor parte del día de pie, con pocos cambios de postura. • Hay que moverse por superficies muy duras o irregulares
Guantes anti-vibración	<p>Guantes disponibles en diferentes versiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con o sin cobertura de los dedos (en función de la precisión de la tarea). • Fabricados con distintos tipos de materiales: normalmente con una cobertura de piel y un relleno de gel o caucho visco elástico en la zona de la palma de la mano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducen la incidencia de la vibración que pasa desde las herramientas motorizadas hasta la mano y el brazo. • Protegen las partes blandas de la mano de las vibraciones, permitiendo realizar tareas de precisión. • Están indicados si se usan herramientas eléctricas (taladros, martillos neumáticos, entre otros).

Continuación de la tabla III.

Almohadillas para hombros	Se trata de una superficie almohadillada para colocar encima de los hombros. Hay diferentes modelos, desde los que pueden coserse a las hombreras de la camisa u otros que se enganchan a la cintura o el pecho mediante una cinta elástica.	Sirven para proteger las partes sensibles de los hombros cuando se transporta una carga que está colocada sobre los mismos. La almohadilla además, distribuye la carga por toda la superficie del hombro, evitando la presión concentrada en puntos concretos.
Mangos para palas	Asidero adicional en forma de D o de T para colocar en palas o en otras herramientas manuales como rastrillos. El diseño de este accesorio se adapta a cualquier estatura y sirve tanto para trabajadores diestros, como zurdos.	El asidero adicional en forma de D se monta más o menos a mitad del mango, permitiendo una mejor sujeción de la pala con ambas manos. El asidero en forma de T se monta en el extremo superior del mango de la pala, permitiendo un mayor control en las tareas de empuje y arrastre con la pala de la mano más retrasada. La combinación de ambos asideros supone una ventaja mecánica en la realización de tareas con esta herramienta manual; además mejora la postura de flexión de la muñeca y reduce la necesidad de inclinar la espalda.
Mangos extensores	Se trata de mangos especiales que se acoplan a las herramientas eléctricas convencionales para incrementar el alcance de las mismas. La mayoría de estos mangos son telescópicos para adaptarse a distancias e incorporan los mandos de la herramienta en el propio mango.	Reducen las posturas forzadas a la hora de realizar tareas en zonas extremas como, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Se reduce la flexión del tronco y de los brazos al atar alambre en la malla al nivel del suelo. • Se reduce la flexión de los brazos y la extensión del tronco y del cuello al taladrar en el techo.
Vástagos de extensión de broca para taladros y pistolas de tornillo	Las extensiones son similares a los casquillos comunes pero más largos. Con una mano se sostiene la herramienta y con la otra la manga de protección.	Para trabajos por encima de la cabeza permite sostener la herramienta por debajo del nivel de los hombros y cerca de la cintura. Con esto se consigue disminuir la tensión en los brazos, el cuello, los hombros y la espalda ya que no tendrá que sostener la herramienta por encima de los hombros y trabajar en posturas forzadas.
Rodilleras	Se trata de unos protectores almohadillados para colocar sobre las rodilla; características: <ul style="list-style-type: none"> • Puede engancharse a la pierna mediante correas o colocarse directamente encima de los pantalones. • La almohadilla suele ser suave por dentro con una superficie exterior rígida. 	Al arrodillarse, la almohadilla protege los huesos de la rodilla. Es muy útil para tareas en las que hay que permanecer de rodillas durante períodos prolongados de tiempo, ya que reduce la presión recibida por la articulación de la rodilla al estar en contacto con el suelo.
Cuña para la pierna	Cuña de espuma que puede atarse alrededor de la pantorrilla. Se usa en los trabajos en los que hay que permanecer en cuclillas.	Al ponerse en cuclillas la cuña limita la flexión de la rodilla, evitando posturas extremas de la misma. También proporciona un lugar para descansar el peso del cuerpo, ayudando a mantener el equilibrio mientras se trabaja.
Plantilla de apoyo para las rodillas	Se trata de una plantilla moldeada para el apoyo de las rodillas.	Al arrodillarse, la plantilla fabricada en un material blando protege los huesos de la rodilla. Es muy útil para tareas en las que hay que permanecer de rodillas durante mucho tiempo, ya que reduce la presión recibida por la articulación de la rodilla al estar en contacto con el suelo.

Continuación de la tabla III.

Agarres para herramientas	Material plástico o de espuma que puede adaptarse a cualquier mango de herramientas eléctricas o manuales.	Al ser material compresible se adapta a las manos del usuario permitiendo: <ul style="list-style-type: none"> • Un agarre más firme de la herramienta reduciendo la fuerza de la mano. • Una mejor postura de la mano y de la muñeca. • La mayoría de estos materiales reducen los impactos y la transmisión de vibraciones.
Asiento para cubos (cubetas)	Se trata de un disco con una almohadilla que puede acoplarse a un cubo vuelto del revés. La almohadilla suele ser giratoria.	Permite convertir un elemento muy habitual (un cubo) en un asiento. Es muy útil en tareas que han de realizarse a ras del suelo. Evita tener que permanecer arrodillado o en cuclillas, beneficiando a las piernas y la espalda. Si la almohadilla es giratoria ayuda a evitar los giros de tronco al realizar alcances laterales.
Asidero para cubos (cubetas)	Mango adicional o almohadilla que puede usarse para aumentar el diámetro del asa existente en el cubo.	Incrementa el diámetro de agarre, reduciendo la fuerza necesaria para manejar el cubo.
Cinturón portaherramientas	Cinturón con diversos compartimentos para llevar herramientas y accesorios.	Reduce el manejo manual de herramientas pesadas. <ul style="list-style-type: none"> • Facilita el uso de los equipos de protección individual. • Mejora las posturas de trabajo al evitar los alcances forzados.
Herramientas eléctricas	Alternativa eléctrica a las herramientas manuales. Por ejemplo: destornilladores / atornilladores, tenazas, tijeras, grapadoras, entre otros.	Reduce la fuerza necesaria en las manos y en la espalda y mejora la postura de las manos y de los brazos.
Escalón portátil	Escalón o mini-escalera. Puede ser de una pieza o plegable. Algunos modelos incluyen ruedas retráctiles para facilitar su transporte.	Mejoran el alcance y la postura de los brazos cuando hay que trabajar en zonas por encima de la altura de los hombros (por ejemplo: pintado, enyesado de paredes, montaje de ventanas, entre otros).
Mangos telescópicos	Permiten el alcance de los trabajadores a las zonas más elevadas, facilitando el acceso a las partes altas de paredes y techos.	Mejoran las posturas de brazos asociadas a estos accesos, y posibilitan el acceso a techos sin necesidad de emplear escaleras o plataformas en muchos casos.

Fuente: elaboración propia.

Existen distintos tipos de equipos que pueden ayudar a manipular cargas pesadas: algunos de ellos son muy comunes y muchos son imprescindibles ya que las cargas no pueden ser manipuladas por una o varias personas. Se recomienda usar equipos para levantar, transportar, empujar o arrastrar el material.

Tabla IV. **Equipos ergonómicos (para la manipulación de cargas), sector construcción**

Tipo equipo	Descripción	Ventajas
<i>Trucks</i> (paletas)	Cuando las condiciones de trabajo lo permiten se recomienda el uso de <i>trucks</i> para el manejo de cargas.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la repetitividad del transporte de material. • Las más sencillas minimizan el esfuerzo de transporte mediante la elevación de la carga con un mecanismo de bombeo. • Las eléctricas reducen el esfuerzo, ya que el operario no tiene que tirar ni empujar la carga. • Algunas permiten elevar y posicionar la carga, con lo que reducen las posturas forzadas.
Carretillas de dos ruedas	Las carretillas son un elemento habitual para transportar cargas.	Los modelos con dos ruedas suponen una gran mejora con respecto a las de una rueda: mejor equilibrio y más facilidad de desplazamiento, con lo que la espalda sufre menos.
Plataformas con ruedas	Para el acopio de material cuando se está trabajado a ras de suelo se pueden emplear pequeñas plataformas con ruedas para abastecerse de materiales.	Existen modelos que permiten su almacenaje de forma compacta.
Poleas y montacargas para andamios	En el montaje de andamios y estructuras, cuando se izan piezas a partir de cierta altura, se recomienda sustituir el izado manual por la elevación con polea o montacargas.	En cualquier caso, se debe consultar las especificaciones del fabricante del andamio para conocer la compatibilidad de este con estos elementos.
Útiles de agarre	Estos elementos de ayuda a la manipulación están diseñados específicamente: <ul style="list-style-type: none"> • Para la manipulación de adoquines y bordillos. • Distintos tipos de ganchos, ventosas o mangos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay modelos que permiten el transporte de bordillos entre dos personas de manera más cómoda, sencilla y con menor esfuerzo. • Pueden acoplarse a materiales difíciles de agarrar (grandes, sin asideros, con formas irregulares, entre otros) de forma que se facilite su levantamiento y transporte.

Fuente: elaboración propia.

1.8. Beneficios

La ergonomía busca aumentar la seguridad, lo cual debería dar como resultado la reducción de tiempo perdido a través de la enfermedad y un incremento correspondiente de la eficiencia. Sus ventajas pueden reflejarse de muchas formas distintas, de acuerdo a las características de cada estudio:

- En la productividad y en la calidad
- En la seguridad y la salud
- En la fiabilidad
- En la satisfacción con el trabajo y en el desarrollo personal

Entre los beneficios que la ergonomía genera, se pueden mencionar los siguientes:

- Disminución de riesgo de lesiones
- Disminución de errores / rehacer
- Disminución de riesgos ergonómicos
- Disminución de enfermedades profesionales de días de trabajo perdidos
- Disminución de ausentismo laboral y de la rotación de personal
- Disminución de los tiempos de ciclo
- Aumento de la tasa de producción y de la eficiencia
- Aumento de la productividad y de los estándares de producción
- Aumento de un buen clima organizacional
- Simplifica las tareas o actividades

2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1. Definición

“La industria de la construcción es aquella que desarrolla y realiza las infraestructuras necesarias, tanto obras civiles, como para uso particular y de servicio”.⁵

2.2. Antecedentes

La construcción es una actividad básica fundamental de toda sociedad, es la actividad necesaria para llevar la arquitectura a obras realizadas. Permite desarrollar la expresión material de una idea, mediante la creación de espacios habitables producto de la arquitectura como ciencia.

La construcción se refiere a la acción de construir, crear, hacer, ordenar y juntar un conjunto de partes necesarias de acuerdo tanto a una planificación como a los diversos medios que se tengan a disposición.

2.3. Características

Se define como tecnología de la construcción al conjunto de máquinas y herramientas, insumos materiales y productos, procesos y conocimientos, de que dispone la sociedad en un momento determinado.

⁵DÁVILA ELÍAS, Edgar Alejandro. *Actualidad y desarrollo del uso del vidrio en la construcción*. p. 1.

En Guatemala, el sector de la construcción se ha mostrado siempre como uno de los más dinámicos de la economía y ha mantenido niveles de crecimiento elevados con un ritmo sostenido, los que han permitido generar y mantener un volumen importante de empleos directos al igual que indirectos, ya que la construcción es un potente generador de empleos en otras ramas de la producción, sean industriales o de servicios, dado que en su estructura de costos incorpora múltiples productos y servicios; la producción de concreto también ha ido en aumento.

La construcción como actividad productiva tiene unas características que pueden ser un inconveniente a la hora de aplicar controles de calidad:

- La construcción es una industria nómada, una vez terminada una obra se desplazan a otro lado.
- La construcción es una industria muy tradicional con gran inercia los cambios y poca innovación tecnológica.
- En la construcción el producto es único o casi único en la vida de cada usuario, por lo tanto, la experiencia del usuario final no repercute posteriormente en la fabricación y mejora de los posteriores productos, por lo tanto, en la construcción el usuario influye muy poco en la calidad del producto.
- La construcción emplea especificaciones complejas, a menudo contradictorias y no pocas veces confusas. Las calidades resultan mal definidas en el origen.

- Muchas decisiones se basan solo en la experiencia, no en la investigación.
- El sector de más alta rotación de trabajadores e inestabilidad laboral, por el cambio permanente de los requerimientos de la mano de obra de acuerdo al avance del proyecto constructivo.
- Largas jornadas laborales.

Figura 4. **Construcción del Rockefeller Center, 29 de septiembre de 1 932**



Fuente: ÁNGEL PÉREZ, Santiago Miguel. *Prevención de enfermedades derivadas del trabajo en la construcción*. p. 8.

2.3.1. Personal

La mano de obra es uno de los componentes fundamentales del proceso constructivo; en una obra se tienen profesionales y técnicos de diferentes ramas que garantizan su calidad, en términos de cumplimiento de los diseños y especificaciones técnicas.

Los trabajadores de la construcción en Guatemala tienen características especiales dentro de la población general: “La edad promedio de los trabajadores en el sector de la construcción es de 33 años. Aproximadamente el 40 % de ellos tiene edades comprendidas entre 20 y 29 años, y el 33 % entre 30 y 39. Lo cual muestra que aproximadamente el 73 % de la población se encuentra en el segmento comprendido entre 20 y 40 años. En el estudio sobre oferta y demanda de empleo en el sector constructor en Guatemala, se hace referencia a un estudio nacional realizado en 2 000, en el cual se encontró que el 25 % de los obreros contratados durante ese año estaba compuesto por personas sin educación, el 30 % tenía primaria incompleta, el 35 % primaria completa, mientras el 10 % restante tenía secundaria incompleta”.⁶

En muchos casos se recurre a la subcontratación en términos de cantidad de obra de algunas actividades específicas del proceso constructivo de la edificación, tales como: instalaciones hidráulicas, instalaciones eléctricas, pintura y limpieza, entre otras.

⁶ AYALA GUERRA, Óscar Yovany. *Inaplicabilidad de las disposiciones del Convenio 167, de la Organización Internacional del Trabajo, sobre seguridad y salud en la construcción, en el ámbito laboral guatemalteco.* p. 38.

Las técnicas y los materiales utilizados, junto a la habilidad del personal que aplica dicha técnica, constituyen los factores determinantes en el producto final: la edificación.

2.3.2. Materiales

Genéricamente son todos los elementos, de diferente naturaleza, composición y forma, que integran las obras de construcción; se incluyen las materias primas utilizadas en forma natural como otros materiales elaborados con estas y otros elementos que se pueden conformar a partir de esos materiales.

Cada material tiene características como resistencia, color, textura y modo de trabajar que le son propios, así como sus ventajas y sus desventajas; pueden ser realizados en la edificación o pueden ser preparados en talleres fuera de la obra, de una manera o de otra pueden ser elaborados por muy diversos materiales, lo cual convierte a estos en uno de los factores que definen una edificación; pueden ser clasificados de diferentes maneras y criterios, a continuación se presentan algunos:

- Materiales según su origen: se fundamentan en el origen y naturaleza del material (pétreos naturales o artificiales, aglomerantes, artificiales aglomerados, orgánicos, plásticos e incluso pinturas de diferentes finalidades).
- Materiales según su complejidad: se fundamenta en definirlos como elementos o partes constituyentes que permiten la realización de una obra constructiva. Se consideran como productos de construcción, que

pueden tener diferentes niveles de complejidad y formas de participación en la conformación de la obra.

La selección de los diferentes materiales de construcción debe tomar en cuenta variables tales como accesibilidad, durabilidad, apariencia y costo; siendo importante el conocimiento que de estas se tenga para así poder ser aplicados y usados de la mejor manera posible.

2.3.3. Métodos

Los sistemas constructivos se definen como el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados racionalmente y enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias para construir una edificación, originando por lo tanto un objeto arquitectónico. Actualmente los sistemas constructivos se manejan de acuerdo a los criterios de construcción sostenible, que es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos integrales de construcción que generen un impacto positivo para el ambiente, los usuarios y la comunidad.

2.4. Proyectos de construcción

2.4.1. Definición

“Un conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de constar una obra de arquitectura o ingeniería, lo que significa un conjunto de documentos ordenados para proceder con precisión a ejecutar una obra o poner en explotación un servicio”.⁷

⁷PELLICER ARMIÑANA, Eugenio y SERÓN GÁÑEZ, José Bernardo. *El proyecto de ingeniería civil y el medio ambiente*. p. 1383.

2.4.2. Tipos de proyectos

Los proyectos de construcción se pueden clasificar de diferentes maneras de acuerdo al criterio utilizado:

- Tipo de construcción: edificaciones residenciales, edificios comerciales construcciones industriales, carreteras y obras de ingeniería.
- Tipo de cliente: obras públicas o privadas.
- Tipo de proyecto: edificación, ingeniería de construcción, construcción industrial, construcción industrializada.
- Forma de construcción: vertical u horizontal.

En la siguiente figura se presentan las distintas fases y actividades de los proyectos de construcción de viviendas.

Figura 5. Fases de proyectos de construcción



Fuente: Gobierno Nacional Panamá. *Guía de producción más limpia para el sector construcción*. p. 99.

2.5. Gestión ambiental

Los sistemas de gestión ambiental son utilizados por las empresas constructoras con el objetivo de incentivar la incorporación de criterios medioambientales en el diseño de las edificaciones y facilitar la implantación de sistemas de gestión medioambiental en las empresas del sector.

Se pueden definir de la siguiente manera: “el conjunto de medidas técnicas, financieras y administrativas que desarrolla la sociedad, con el propósito de lograr el máximo bienestar social, así como prevenir y mitigar los problemas ambientales, buscar generar la protección y mejoramiento del medio ambiente”.⁸

Es tradicional que la industria de la construcción conserve prácticas que no han sufrido mayores cambios (diseño, métodos de construcción, gestión ambiental), aunque en la actualidad están apareciendo nuevos sistemas de gestión ambiental que permiten lograr los objetivos de la construcción sostenible. Entre los modelos de gerencia que actualmente se utilizan en los proyectos de construcción, se pueden mencionar los siguientes:

- Construcción sin pérdidas: busca la optimización de recursos, costos y tiempos.
- Producción más limpia: el principio básico de la producción limpia es aumentar la eficiencia global del proceso, previniendo las pérdidas de materiales y energía.

⁸GUZMÁN S., José Vicente. *Apuntes de legislación ambiental e instrumentos técnicos ambientales*. p. 24.

- El modelo de calidad 3CV+2: es una metodología que busca establecer en los niveles operativos de la construcción, criterios que permitan reducir la variabilidad del proceso de construcción y además permita de manera sistemática y en un proceso de mejora continua evaluar el desempeño de calidad en proyectos de construcción de vivienda.

2.5.1. Aspectos ambientales

Las construcciones tienen un alto impacto sobre el ambiente: utilizan recursos naturales renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas; propician emisiones de CO₂ y vierten al medio residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes (agua, aire y tierra).

Los métodos para evaluar los aspectos ambientales significativos se dividen en cualitativos y cuantitativos; su selección se relaciona con el grado de complejidad de la empresa, información disponible en el medio, impactos del proyecto durante su vida útil.

2.5.2. Impactos ambientales

El sector de la construcción es una actividad económica que genera un alto impacto ambiental, debido al elevado consumo de recursos naturales y energía, y a la generación de residuos y emisiones contaminantes, tanto en la etapa de construcción como en su vida útil; muchos de los procesos que se desarrollan en la construcción originan emisiones tóxicas a la atmósfera que resultan contaminantes, corrosivas y altamente perjudiciales para la salud.

El impacto de un proyecto constructivo depende de sus características propias, del entorno donde se desarrolla, de las condiciones climáticas durante la obra, del tipo de tecnología empleada para la construcción, entre otros.

2.5.3. Medidas de mitigación

Durante el desarrollo de cada una de las etapas de un proyecto, es posible incorporar elementos tendientes a reducir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos, así como potencializar los positivos.

Las medidas de mitigación son el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Pueden ser de implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

Se presentan a continuación algunas estrategias específicas para la sostenibilidad de la construcción y las edificaciones:

- Reducción del consumo de recursos
- Eficiencia y racionalidad energética
- Reducción de la contaminación y toxicidad
- Construir bien desde el inicio
- Cero desperdicio y producción local y flexible

2.5.4. Monitoreo ambiental

Constituye uno de los instrumentos fundamentales para materializar la

gestión ambiental; los programas de monitoreo y calidad ambiental buscan identificar y cuantificar los potenciales de contaminación del aire, aguas, suelos y ruido, el cumplimiento de obligaciones legales de vigilancia de un recurso y demostrar la efectividad de medidas de manejo y control ambiental diseñadas para prevenir, controlar o mitigar impactos ambientales previamente identificados.

Para la operación de cada proyecto es necesario entregar al cliente (usuario) toda la información sobre las características de la obra para asegurar su adecuado manejo y perdurabilidad.

3. SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL

3.1. Definición

“Higiene en el trabajo es la disciplina dirigida al reconocimiento, evaluación y control de los agentes a los que están expuestos los trabajadores en su centro laboral y que pueden causar una enfermedad de trabajo. Esta abarca el trabajador con sus características bio-psicosociales y su relación con el medio ambiente laboral”.

“La seguridad en el trabajo es el conjunto de acciones que permiten localizar y evaluar los riesgos y establecer las medidas para prevenir los accidentes de trabajo. La seguridad en el trabajo es responsabilidad compartida tanto de las autoridades como de empleadores y trabajadores”.⁹

3.2. Antecedentes

Desde la época de los griegos se tienen registros relacionados con la seguridad e higiene de los trabajadores; en 1473, Ulrich Ellembog escribió su libro sobre las enfermedades relacionadas con el ambiente de trabajo y cómo prevenirlas, he hizo renacer el interés de esta área.

En el siglo XVII Bernardino Ramazzini inició la práctica de lo que actualmente se conoce como medicina del trabajo; sin embargo, con el inicio de la revolución industrial en Europa, los procesos y ambientes de trabajo se

⁹ DONIS GÓMEZ, Areli Betzabé. *Higiene y seguridad en obra civil en la ciudad de Guatemala y legislación aplicable*. p. 32 y 37.

transformaron radicalmente (uso de máquinas) cambios que repercutieron en la salud y bienestar de los trabajadores, en la mayoría de los casos de manera negativa; los accidentes de trabajo incrementaron su incidencia y aparecieron enfermedades hasta entonces desconocidas.

A fin siglo XVII y principios del XIX en Inglaterra, el gobierno comenzó a preocuparse por las condiciones laborales, lo que dio como resultado que en 1833 se promulgara la *Ley sobre las fábricas*. En esa misma época países como Francia y Alemania, además de ciertas disposiciones relativas a la prevención de accidentes de trabajo que existían con anterioridad, legislaron sobre otro aspecto importante como son las enfermedades profesionales.

En 1970 se publica en Estados Unidos la *Ley de seguridad e higiene ocupacional*, cuyo objetivo es asegurar en lo máximo posible que todo hombre y mujer trabaje en lugares seguros y saludables.

3.3. Importancia

La seguridad e higiene industrial a través del tiempo ha tenido una lenta evolución, a pesar de que son aspectos laborales importantes, ya que de su respeto depende la vida y salud de los trabajadores, así como su bienestar integral; una fuerza laboral saludable, adicionalmente a garantizar el bienestar, aumenta la productividad laboral.

Dentro de los efectos negativos que el trabajo puede tener para el trabajador, los accidentes son los indicadores inmediatos y más evidentes de las malas condiciones del lugar de trabajo, y dada su gravedad, la lucha contra ellos es el primer paso de toda actividad preventiva.

En el sector de la construcción, el problema de la seguridad es uno de los más preocupantes, considerando que presenta cifras altas de accidentes laborales entre todos los sectores de la economía nacional. Los trabajadores de la construcción se encuentran expuestos en su trabajo a una gran variedad de riesgos para la salud, por lo que se deben tomar las medidas preventivas necesarias en obra: tales como la planificación y administración de la ejecución del proyecto para poder de esta forma optimizar procesos.

Actualmente la seguridad e higiene ha logrado cimentarse como una parte muy importante de cualquier empresa, y es que principalmente se ha reconocido y entendido su importancia y utilidad para el buen desempeño de las operaciones.

3.4. Regulaciones aplicables

Hace mucho tiempo que los accidentes han dejado de ser aceptados por patronos y obreros como consecuencia inevitable del trabajo; como una contribución necesaria al progreso industrial, y la seguridad en el trabajo se ha hecho indiscutible e indispensable. Actualmente, las normas de seguridad y salud en el trabajo se adaptan a los cambios tecnológicos continuamente, así como a las nuevas técnicas de seguridad y a los avances de la medicina en el trabajo. La normativa de salud y seguridad ya no se considera de modo aislado sino que tiene particular importancia.

3.4.1. Nivel internacional

La legislación ha jugado un papel muy importante en el progreso de la seguridad e higiene industrial a nivel mundial; sin embargo, no es hasta finales del siglo XIX que los gobiernos reglamentan sobre el tema. El Tratado de

Versalles (1 919), por el que se crea la Organización Internacional del Trabajo y el Tratado de Roma (1 957), por el que se constituye la CEE, son muestra a nivel internacional y europeo de la preocupación de los estados por el tema de seguridad y salud en el mundo laboral.

Actualmente, organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) constituyen grupos expertos para establecer medidas que permitan controlar los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales dentro del vasto campo de sus actividades, que luego pasan como recomendaciones a todos los países, al aceptar las recomendaciones e incorporarlas a su legislaciones nacionales.

- Organización Internacional del Trabajo (OIT): con sede en Ginebra, fue creada en 1 919, por el Tratado de Versalles, es un organismo en el que participan gobiernos, empresarios y trabajadores de los países miembros. La OIT ha elaborado normas internacionales en los campos del empleo, las condiciones de trabajo, la política salarial y de remuneración, la seguridad y la salud en el trabajo, la protección social, entre otros. Tiene como misión establecer directrices generales relativas a temas laborales, lo que realiza a través de convenios, recomendaciones y resoluciones.
- Organización Mundial de la Salud (OMS): se constituyó el 22 de junio de 1 946 con el objetivo de alcanzar para todos los pueblos de la tierra el grado más elevado posible de salud. De acuerdo a la OMS, el aumento de muertes, heridas y enfermedades relacionadas con el trabajo hace necesario desarrollar en todo el mundo una cultura de seguridad preventiva; el riesgo de contraer una enfermedad profesional se ha

convertido en uno de los peligros más frecuente al que se enfrentan los trabajadores en sus empleos.

- Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA): se creó hace más de tres décadas en los Estados Unidos, con el fin de ayudar a los empleadores y a los empleados a disminuir las lesiones, las enfermedades y las muertes laborales. Desde entonces, se han reducido de un 62 % las muertes y de un 40 % las lesiones y enfermedades en el lugar de trabajo.
- El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional, NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), también conocido como Instituto Nacional para la Seguridad e Higiene en el Trabajo, dependiente del Departamento de Salud, Educación y Asistencia. Su función principal es efectuar actividades de investigación y educación, así como, el proceso de tramitación y estadística de leyes previamente aprobadas por El Congreso de los Estados Unidos. Desarrolla, publica y recomienda normas sobre higiene a la OSHA.
- La Norma Internacional ISO 6385:2004 que trata de los principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo, con la finalidad de definir los criterios ergonómicos generales para el diseño. ISO ha publicado recientemente el nuevo estándar en materia de ergonomía, ISO 26800:2011, *ergonomics – general approach, principles and concepts* que nace con el objetivo de ayudar a optimizar el bienestar humano y el rendimiento general a través de la aplicación de criterios ergonómicos.

Sirve como referencia general para todas las normas y para proporcionar

un marco integrado que armonice junto a los principios y conceptos básicos de la ergonomía en un solo documento que aborda el enfoque ergonómico, los principios de la ergonomía, los conceptos de ergonomía y el proceso de diseño ergonómico.

- La Norma ANSI Z-365 Control del trabajo relacionado con alteraciones de trauma acumulativo emitida por el Instituto Nacional de Estándares Americanos.

3.4.2. Nivel nacional

La seguridad industrial en Guatemala se ha ido desarrollando desde hace algunos años, pero ha sido en los últimos tiempos donde ha alcanzado mayores niveles de avance en cuanto a programas establecidos en la industria.

La legislación guatemalteca regula lo relativo a higiene y seguridad en el trabajo, en normas contenidas en la *Constitución Política de la República de Guatemala*, el *Código de Trabajo*, el *Código Civil* y el *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo* del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

En la *Constitución Política de la República de Guatemala* se exponen los derechos mínimos que fundamentan la legislación del trabajo y la actividad de los tribunales y autoridades, el *Código de Trabajo* exige aspectos mínimos a cubrir como parte del programa de seguridad industrial.

El IGSS para regular estas disposiciones y que cumplan con el objetivo de la seguridad ocupacional, estable su *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo*, el cual consta de 115 artículos contenidos en VIII

títulos, que incluye 20 convenios ratificados con la OIT. En el reglamento se establece lo relacionado con la responsabilidad de patronos y trabajadores.

3.5. Riesgos ocupacionales

Dentro de la seguridad e higiene laboral de cualquier proyecto, los riesgos ocupacionales deben considerarse en la planificación y gestión de riesgos. A continuación, se presentan algunos aspectos importantes sobre los riesgos ocupacionales.

3.5.1. Definición

“Riesgo ocupacional: la posibilidad de ocurrencia de un evento en el ambiente de trabajo, de características negativas y con consecuencia de diferente severidad; este evento puede ser generado por una condición de trabajo directa, indirecta o confluyente, capaz de desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador como también daños materiales, equipos”.¹⁰

“Factor de riesgo ocupacional: es el reconocimiento pormenorizado de los factores de riesgo a que están expuestos los distintos grupos de trabajadores en una empresa específica, determinando en éste los efectos que pueden ocasionar a la salud de los trabajadores y la estructura organizacional y productiva de la empresa”.¹¹

¹⁰*Riesgo ocupacional.* <http://temasdederecho.wordpress.com/2012/06/04/el-riesgoocupacional-accidente-de-trabajo-y-enfermedad-ocupacional/>. Consulta: 04 de septiembre de 2013.

¹¹*Factores de riesgo ocupacional.* <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>. Consulta: 06 de septiembre de 2013.

3.5.2. Tipos

A continuación se presentan algunos ejemplos de diferentes tipos de riesgos, de acuerdo a los factores que los originan.

- Físicos: sordera, mutagénesis, teratogénesis, estrés térmico, entre otros.
- Químicos: asfixiantes, irritantes, dermatitis, cáncer, neumoconióticos.
- Biológicos: infecciones, envenenamiento por mordeduras y picaduras de animales e insectos, enfermedades respiratorias, enfermedades zoonóticas, dermatitis de contacto, hemorragias, sida, entre otros.
- Ergonómicos: agotamiento o cansancio, desórdenes o molestias musculoesqueléticas, problemas circulatorios.
- Psicosociales: apatía, frustración, estrés laboral, acoso laboral (acoso moral o *mobbing*), condición postraumática.

3.5.3. Características

Cuando la forma de realizar un trabajo supone la posibilidad de sufrir un daño en la salud, se considera un riesgo laboral; normalmente son consecuencia de unas condiciones de trabajo inadecuadas. De acuerdo a información de la Organización Internacional de Trabajo y la Organización Mundial de la Salud, cada año mueren aproximadamente dos millones de personas debido a accidentes laborales y enfermedades profesionales.

Los elementos nocivos que actúan sobre el medio ambiente y sobre la salud, se clasifican agrupándolos en torno a unos agentes genéricos denominados:

- **Mecánicos:** originan la traumatología del trabajo, actuando sobre la anatomía humana y ocasionándole heridas, fracturas, contusiones, amputaciones e incluso la muerte.
- **Físicos:** son los elementos de carácter energético (ruido, vibraciones, radiaciones, entre otros) capaces de provocar golpes de calor, sorderas, enfermedades por radiaciones y, en otros casos, también lesiones traumáticas (ruido, vibraciones, radiaciones, entre otros).
- **Químicos:** son los productos o sustancias que pueden originar, desde simples irritaciones hasta cánceres e intoxicaciones mortales.
- **Biológicos:** comprenden a las bacterias, virus, protozoos y hongos, capaces de causar una amplia y muy variada gama de enfermedades.
- **Psicosociales:** producen una compleja patología, cuyo factor principal se centra en la insatisfacción, derivando en la agresividad, depresión, estrés, fatiga y otras afecciones de tipo psíquico.

3.5.4. Clasificación

Los factores de riesgos laborales son aquellos que dan lugar a diferentes tipos de accidentes, enfermedades profesionales y sus efectos para la salud; se pueden clasificar en cinco categorías.

- i. Condiciones de trabajo: se incluyen todas las condiciones materiales a las que se encuentra sometido el trabajador y que puede dar lugar a un accidente.
- ii. El medio ambiente físico de trabajo: incluye las condiciones físicas presentes en el lugar de trabajo.
- iii. Los contaminantes químicos y biológicos: en el medio ambiente de trabajo pueden haber contaminantes químicos o biológicos que pueden afectar a la salud de los trabajadores.
- iv. La carga de trabajo: el trabajo exige a los trabajadores un cierto esfuerzo físico y mental. Todas las personas tienen unos límites en la capacidad de esfuerzo físico y psíquico.
- v. La organización de trabajo: hay factores de riesgo debidos a la organización del trabajo y se pueden clasificar como factores de organización temporal y factores que dependen de la tarea.

Tabla V. Factores de riesgo en la construcción

Tipo	Caracterización	Ejemplo	Medidas de prevención y control	Causas
Físico	Factores ambientales de naturaleza que cuando al exponerse a ellos pueden provocar daños en la salud, según su intensidad y concentración.	Ruido.	Generar espacios cerrados. Utilizar protección auditiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Distracción • Cargar objetos en forma insegura • Ritmo peligroso de trabajo • Equipos no protegidos adecuadamente
		Deficiente iluminación.	Mejorar la distribución y calidad de las lámparas.	
		Temperaturas extremas.	Permitir la ventilación y/usar ropa contra el frío.	
		Radiaciones.	Utilizar paredes y delantales plomados.	

Continuación de la tabla V.

Químicos	Sustancias químicas orgánicas e inorgánicas naturales o sintéticas, que durante su fabricación, manejo transporte, almacenamiento o uso, pueden entrar en contacto con el organismo por inhalación, ingestión o absorción ocasionando problemas en la salud según su concentración y tiempo de exposición.	Temperaturas extremas.	Manejar guantes para químicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de interés por las tareas • Malos ámbitos de trabajo • Desconocimiento • Cansancio • Estados de ebriedad • Bromas de trabajo • Uso inadecuado de herramientas y equipos • Falta de orden y aseo • Deficiente capacitación
		Inhalación de gases y vapores.	Manejar protección respiratoria.	
Mecánicos	Objetos, máquinas, equipos, herramientas e instalaciones locativas que por sus condiciones de funcionamiento, diseño o estado pueden generar alguna lesión al trabajador.	Caida de alturas.	Utilizar cinturón de seguridad.	
		Golpes.	Utilizar casco utilizar guantes, tarjetas de no operar y candados.	
Eléctricos	Sistemas eléctricos de las máquinas, equipos e instalaciones locativas que al conducir o generar energía eléctrica dinámica o estáticas pueden causarle lesiones a las personas según la intensidad y el tiempo de contacto.	Contacto con máquinas sin conexión a tierra o con los sistemas energizados.	Manejar guantes dieléctricos, tarjetas de no operar y candados.	
Ambientales	Factores que generan deterioro ambiental y consecuencias en la salud de la comunidad en general.	Acumulación de basuras.	Reciclar.	
		Disposición de aguas contaminadas.	Hacer tratamiento final a los desechos.	
		Emisiones ambientales.	Implementar programa de cero emisiones.	

Fuente: ARIAS FLOREZ, Hoover Enrique. *Seguridad industrial e higiene en la construcción de edificaciones*. p. 45.

La naturaleza particular del trabajo de construcción conlleva una serie de riesgos específicos del sector: el trabajo en altura, el trabajo de excavación y el izado de materiales, entre otros. En relación con los riesgos laborales de tipo ergonómico dentro del sector de la construcción, su importancia es cada vez mayor.

3.6. Equipos de protección personal

Toda empresa debe realizar actividades tendientes a la prevención de riesgos laborales a efectos de llevar a cabo un control de pérdidas, con las consecuentes ventajas de la producción y la productividad, alcanzando así un mayor bienestar social que se refleja en la economía de la propia empresa.

El equipo de protección personal tiene un papel fundamental pues las condiciones de trabajo en la construcción son tales, que a pesar de todas las medidas preventivas que se adopten en la planificación del proyecto y las tareas, se necesitará contar con algún tipo de equipo de protección personal sin el cual es imposible que se eviten accidentes; incluye calzado punta de acero, casco de seguridad, gafas protectoras, guantes, arnés de seguridad, entre otras.

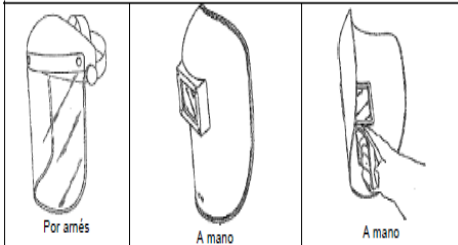
Debe considerarse que su uso presenta las siguientes desventajas:

- Algunas formas de equipo de protección son incómodas y hacen más lento el trabajo.
- Se necesita mayor supervisión para asegurar que los trabajadores usen el equipo de protección.
- El equipo de protección tiene un costo monetario.

3.6.1. Tipos

A continuación, se presentan algunos de los equipos de protección personal utilizados en la construcción de acuerdo al área del cuerpo que protegen.

Tabla VI. Tipos y características equipo de protección personal

Área del cuerpo	Tipo equipo
<p>Protección para la cabeza: se recomienda la utilización de casco para cualquier persona en el área de la industria, el casco evita heridas o golpes a la cabeza por el impacto de un objeto que cae o una posible contusión en el área de la cabeza.</p>	
<p>Protección para los oídos: es un equipo que generalmente se pasa desapercibido en la construcción, pero que a la larga tiene un gran impacto negativo en las personas.</p>	
<p>Protección para la cara: es común que en empresas pequeñas esta protección se pasa desapercibida por los trabajadores y es en estos lugares donde se tiene la mayor cantidad de accidentes de este tipo.</p>	

Continuación de la tabla VI.

<p>Protección para los ojos: es uno de los de mayor importancia ya que estos son muy sensibles a cualquier agente externo que se pueda alojar en sus cavidades; cuando se realizan trabajos especializados en soldadura es necesario la utilización de gafas combinadas.</p>	
<p>Protección para las manos: se tienen los guantes de diferentes tipos y materiales como el cuero, el plástico y la tela, teniendo cada uno de ellos sus ventajas y desventajas.</p>	
<p>Protección para los pies: las lesiones de los pies (causadas por la penetración de clavos, las debidas a aplastamiento del pie por materiales que caen), pueden minimizarse usando calzado protector; el que dependerá de la índole del trabajo.</p>	

Fuente: *Equipo de protección*. <http://www.monografias.com/trabajos93/equipos-proteccion-personal/equipos-proteccion-personal.shtml>. Consulta: 10 de septiembre de 2013.

3.6.2. Características

Las condiciones de trabajo en la construcción son tales que pese a todas las medidas preventivas que se adopten en la planificación del proyecto y el diseño de tareas, se necesitará algún tipo de equipo de protección personal (EPP); algunos elementos de estos como los cascos y el calzado de seguridad son de uso obligatorio en las obras; la necesidad de otros elementos dependerá del tipo de tareas que se realice.

- Equipo protección para la cabeza: los cascos para la construcción son fabricados de plástico y de metal. Cada uno de ellos debe ser utilizado para la función específica que fueron creados.
 - Casco de plástico: es recomendado para el obrero que está constantemente en contacto con la electricidad o el obrero que corre el riesgo de entrar en contacto con esta.
 - Casco de metal: es recomendable para los trabajadores que no corren riesgo de contacto con la electricidad, es de menor peso que el de plástico y causa menor inconveniente al trabajador durante su actividad diaria.
- Protección de los pies: las lesiones de los pies (causadas por la penetración de clavos, las debidas a aplastamiento del pie por materiales que caen, entre otros) pueden minimizarse usando calzado protector, el que dependerá de la índole del trabajo. Existe actualmente una gran variedad de calzado de seguridad, como por ejemplo:
 - Zapatos de cuero bajos y livianos para trepar.

- Zapatos o botas de seguridad comunes para trabajo pesado.
- Botas altas de seguridad, de goma o plástico, como protección contra las sustancias corrosivas, los productos químicos y el agua.
- Protección de las manos: en la construcción, manos y muñecas sufren más lastimaduras que ninguna otra parte del cuerpo (heridas abiertas, raspaduras, fracturas, luxaciones, esguinces, amputaciones y quemaduras). En la actualidad en el mercado de la construcción se pueden obtener tres tipos de guantes para la protección de los trabajadores de la construcción, cada uno con una función específica:
 - Guantes de cuero
 - Guantes de plástico
 - Guantes de tela
- Protección de la piel: es un aspecto que en la construcción muchas veces se pasa por alto; las piezas de este equipo se presentan a continuación:
 - Gabacha
 - Pantalón de lona
 - Camisa manga larga de lona
 - Pañuelo

- Guantes manga larga
- Protección de la vista: es una de las más sencillas de llevar a cabo, pero la mayoría de veces no se cumple y esto da como lugar la ocurrencia de un sin número de accidentes en la vista de un trabajador. En la actualidad en el mercado, se presentan gran variedad de gafas, cada una para un uso específico y de un material determinado, pero las más comunes son las de plástico y las de vidrio.
- Protección respiratoria: hay muchas tareas en las obras que acarrear la presencia de polvos, emanaciones o gases nocivos; por esta razón es necesaria la elección de una máscara de trabajo en la construcción ya que si se selecciona la incorrecta no estará protegiendo adecuadamente al trabajador. El tipo de máscara dependerá del riesgo y de las condiciones de trabajo, y los obreros deben recibir instrucción acerca de su uso, limpieza y mantenimiento.
- Protección auditiva: en muchas ocasiones no es utilizada, pero con su uso se puede llegar a prevenir lesiones auditivas de forma permanente para el trabajador. La protección auditiva se puede llevar a cabo por medio de los siguientes dispositivos:
 - Tapones de seguridad: están fabricados de plástico y proporcionan al trabajador la capacidad de aislar el sonido hasta en un 70 %, pero tienen la desventaja de causar molestias en la cavidad del oído al trabajador y más cuando este es muy sensible a agentes externos a él.

La gran ventaja de este equipo de protección personal es que no interfiere las actividades del trabajador, ya que es pequeño y no sobresale del cuerpo del trabajador e incluso se puede colocar por debajo de la ropa.

- Orejeras: de igual forma que los tapones proporcionan al trabajador la capacidad de aislar el sonido hasta en un 70 %, pero tienen la gran desventaja de interferir en las actividades del trabajador debido a su gran tamaño y a la facilidad de ella de separarse de la cabeza del trabajador.

4. ERGONOMÍA EN LA CONSTRUCCIÓN

4.1. Generalidades

El área de oportunidades que representa la ergonomía para la ingeniería, como herramienta de planificación y para el desarrollo sustentable, está en constante crecimiento; en los últimos años, los problemas asociados a unas condiciones ergonómicas inadecuadas del trabajo, están adquiriendo una importancia creciente.

Hay muchas carencias ergonómicas en la construcción y los trabajadores sufren un grado elevado de incomfortabilidad en su puesto de trabajo lo cual lleva asociado bajas laborales y enfermedades crónicas que representan un elevado coste a las empresas y a la sociedad.

Figura 6. **Actividades de la construcción con elevadas demandas de carga física**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Características

En los últimos años, los problemas asociados a unas condiciones ergonómicas inadecuadas de las actividades de la construcción están adquiriendo una importancia creciente. En el sector de la construcción es donde se dan con mayor frecuencia, los diferentes tipos de demandas asociadas a la carga física del trabajo como permanecer en posturas dolorosas, mantener una misma postura, levantar o desplazar cargas pesadas, realizar una fuerza importante y realizar movimientos de manos o brazos muy repetitivos.

Las investigaciones sobre ergonomía se fundamentan en el análisis de la actividad del trabajo, de las personas identificando factores que puedan constituir un riesgo y un obstáculo para la producción, para la seguridad de las personas o para la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones.

Los riesgos para la seguridad a los que se enfrentan los trabajadores de la construcción se derivan de la propia naturaleza del trabajo, que supone trabajar a grandes alturas (caídas de tejados, andamios, escaleras, entre otros), trabajos de excavación (derrumbamientos de zanjas y maquinaria de movimiento de tierra), el uso de maquinaria de izamiento (grúas y cabestrantes), el uso de equipo y herramientas eléctricas y de otros vehículos de la obra.

Tabla VII. **Porcentaje de accidentes según su origen y magnitud**

Accidentes	Construcción	Total Sectores
LEVES	Sobre esfuerzos (28 %) Golpes por objetos o herramientas (19,6 %) Caídas de personas al mismo nivel (9,3 %)	Sobre esfuerzos (31,1 %) Golpes por objetos o herramientas (17,2 %) Caídas de personas al mismo nivel (9,8 %)

Continuación de la tabla VII.

GRAVES	Caídas de personas a distinto nivel (8,9 %)	Caídas de personas a distinto nivel (7,6 %)
	Caídas de personas a distinto nivel (43 %)	Caídas de personas a distinto nivel (25,3 %)
	Golpes por objetos o herramientas (9,6 %)	Atrapamiento por o entre objetos (12,6 %)
	Caídas de personas al mismo nivel (7,6 %)	Golpes por objetos o herramientas (9,7 %)
	Atrapamiento por o entre objetos (7 %)	Caídas de personas al mismo nivel (9 %)
	Caídas de personas a distinto nivel (35,2 %)	Atropellos o golpes con vehículos (28,6 %)
MORTALES	Patologías no traumáticas (19,1 %)	Patologías no traumáticas (26,9 %)
	Atropellos o golpes con vehículos (14,8 %)	Caídas de personas a distinto nivel (14,9 %)
	Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento (9,5 %)	Atrapamiento por o entre objetos (5,8 %)

Fuente: TARACENA JIMÉNEZ, Walfred Elías. *Seguridad e higiene en la industria de la construcción*. p. 103.

4.2.1. Problemas y recomendaciones

La organización de la seguridad en una obra en construcción dependerá de su tamaño, del sistema de empleo y de la manera en que se organiza el proyecto. El ingeniero supervisor de obra es quien posee el control de manera directa, debe saber si el tipo de trabajo que manda a sus trabajadores es alguna tarea de alto riesgo, si la persona que va a realizar ese trabajo está capacitada para este si conoce los riesgos a los que está expuesto.

Cuando se estudian puestos de trabajo desde el punto de vista ergonómico pueden encontrarse problemas en diferentes cuestiones, estos pueden ser:

- Derivados del diseño del puesto de trabajo: alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas, entre otros.
- Derivados de la carga física: posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas, fuerzas, entre otros.
- Derivados de aspectos psicosociales del trabajo: descanso, presión de tiempos, participación en las decisiones, relaciones entre compañeros y con los responsables, entre otros.
- Derivados de las condiciones ambientales del puesto de trabajo: iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, entre otros.

Si se detectan problemas en alguno de estos aspectos, la ergonomía puede proponer diferentes soluciones para reducir o eliminar sus efectos sobre el trabajador.

Muchas de estas soluciones son sencillas y de fácil aplicación (por ejemplo, cambiar la ubicación de materiales, usar herramientas más adecuadas o realizar pausas periódicas); otras pueden ser más complejas (por ejemplo, diseñar una nueva máquina o cambiar la organización del trabajo).

4.2.2. Generales

Debe considerarse en todo proyecto las condiciones de seguridad en los lugares de trabajo para esto deben tomarse todas las precauciones adecuadas para:

- Garantizar que todos los lugares de trabajo sean seguros y estén exentos de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Proteger a las personas que se encuentren en una obra o en sus inmediaciones, de todos los riesgos que pueda acarrear esta.
- Indicar con claridad todos los huecos, aberturas y otros lugares que puedan entrañar un peligro para los trabajadores.
- Cuando sea necesario deben señalizarse medios de acceso y salida adecuados y seguros, mantenidos en condiciones conformes a las exigencias de la seguridad.
- En cada obra debería elaborarse y aplicarse siempre un programa adecuado de orden y limpieza.
- Cuando sea necesario, considerar precauciones contra la caída de materiales y personas y los riesgos de derrumbamiento.
- Prevención del acceso no autorizado.
- Prevención y lucha contra incendios.
- Adecuada iluminación.

4.2.3. Particulares de acuerdo al puesto y tipo de actividad

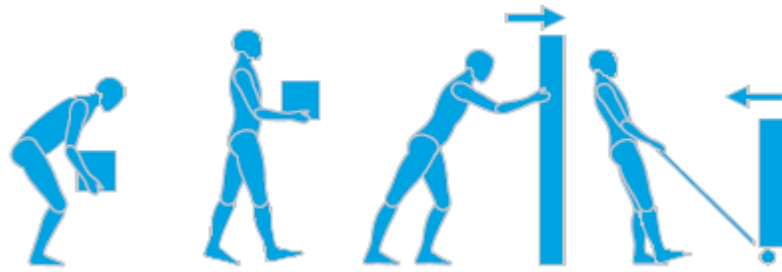
El estudio ergonómico de los puestos de trabajo permite detectar problemas relacionados con diferentes aspectos:

- La carga física de la actividad realizada: posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas, fuerzas, entre otros.
- El diseño del puesto de trabajo: alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas, entre otros.
- El diseño de los elementos utilizados para realizar la tarea: herramientas, vehículos, máquinas, entre otros.
- Las condiciones ambientales del puesto de trabajo: ruido, vibraciones, iluminación, temperatura, humedad, entre otros.

Los principales problemas ergonómicos en el sector de la construcción se asocian fundamentalmente a los siguientes factores:

- La realización de tareas de manipulación manual de cargas: se incluyen los levantamientos, transportes, empujes y arrastres de objetos, elementos y útiles necesarios para realizar una tarea; se puede decir que constituye uno de los factores de riesgo ergonómico que se encuentra presente en prácticamente todas las actividades relacionadas con la construcción.
- La realización de tareas repetitivas: la repetitividad caracteriza a muchas de las tareas que se realizan en la construcción y principalmente está asociada al uso de herramientas manuales. Tareas como picar, abrir zanjas, extender cemento, entre otras, llevan asociadas una elevada repetitividad de miembros superiores (brazos y manos principalmente).

Figura 7. **Principales tareas de manipulación manual de cargas: levantamientos, transportes, empujes y arrastres de cargas**



Fuente: Fundación Laboral de la Construcción. *Desarrollo de herramientas de formación/información de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción y promoción del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.* p. 13.

Figura 8. **Tareas repetitivas en el sector de la construcción**



Fuente: Fundación Laboral de la Construcción. *Desarrollo de herramientas de formación/información de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción y promoción del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.* p.15.

- La adopción de posturas de trabajo forzadas: son posturas muy habituales en el sector de la construcción que se producen cuando se realizan alcances, giros, flexiones pronunciadas de tronco, se adoptan posturas en rodillas o cuclillas, entre otras, de manera frecuente o sostenida. Se relacionan con tareas donde se manejan herramientas o materiales almacenados bien a ras de suelo o en altura, o en zonas de difícil acceso y con tareas que se deben realizar a alturas inadecuadas (cercanas al suelo o por encima del nivel de los hombros).

Muchas de las tareas que se realizan en el sector de la construcción requieren realizar diversas actividades a diferentes alturas de trabajo (solar, colocar acabados, levantar paredes de ladrillo, entre otras).

Figura 9. **Posturas de trabajo forzadas en el sector de la construcción**



Fuente: Fundación Laboral de la Construcción. *Desarrollo de herramientas de formación/información de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción y promoción del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.* p. 16.

- El uso inadecuado de máquinas y herramientas: una de las principales causas de aparición de lesiones musculoesqueléticas en el sector de la construcción, se relaciona con el uso de herramientas manuales, vehículos y herramientas de accionamiento motorizado. Los principales factores de riesgo asociados al uso de herramientas son los siguientes:
 - El tiempo de manejo
 - Las posturas forzadas asociadas al uso de herramientas
 - El peso de la herramienta
 - Las vibraciones
 - Reacciones de impacto
 - La repetitividad

Tabla VIII. **Origen de los accidentes**

Accidentes	Construcción	Total Sectores
LEVES	Torceduras, esguinces y distenciones (30,6 %) Contusiones y aplastamientos (16,8 %) Otras heridas (16 %) Lumbalgias (12,8 %) Fracturas (46,5 %) Otras heridas (9 %)	Torceduras, esguinces y distenciones (34,1 %) Contusiones y aplastamientos (15,9 %) Otras heridas (15,9 %) Lumbalgias (12,2 %) Fracturas (39,3 %) Otras heridas (10,5 %)
GRAVES	Contusiones y aplastamientos (8,3 %) Lesiones múltiples (7,8 %) Lesiones múltiples (39,1 %)	Contusiones y aplastamientos (9 %) Torceduras, esguinces y distenciones (7,9 %) Lesiones múltiples (42,1 %)
MORTALES	Infartos derrames cerebrales y otras patologías no traumáticas (19,1 %) Contusiones y aplastamientos (14,5 %)	Infartos derrames cerebrales y otras patologías no traumáticas (26,9 %) Contusiones y aplastamientos (10 %)

Fuente: TARACENA JIMÉNEZ, Walfred Elías. *Seguridad e higiene en la industria de la construcción*. p. 105.

4.3. Actualidad y desarrollo

La normalización en el campo de la ergonomía tiene una historia relativamente reciente. Comenzó a principios del decenio de 1970, cuando se fundaron los primeros comités a nivel nacional (por ejemplo en Alemania, dentro del Instituto de Normalización DIN) y posteriormente a nivel internacional, tras la fundación de la ISO (Organización Internacional de Normalización), con la creación del TC (Comité Técnico) 159 Ergonomía en 1975.

Entre tanto, la normalización de la ergonomía tuvo lugar también a nivel regional, por ejemplo, a nivel europeo dentro del CEN (Comité Europeo de Normalización), que creó su Comité Técnico 122 Ergonomía en 1987.

4.3.1. Nivel internacional

Un gran número de organizaciones se encarga también de la elaboración de normas ergonómicas de acuerdo al sector y tipo de actividades que regulen. Algunas de estas organizaciones se relacionan entre sí para no duplicar el trabajo o evitar especificaciones incoherentes. La elaboración de normas ergonómicas ha cambiado mucho en los últimos años, debido a la importancia que se da a su desarrollo a nivel internacional.

A nivel europeo, se reconoce que la normalización en ergonomía puede contribuir a la tarea de armonizar y equiparar las condiciones de seguridad de las máquinas, ayudando así a eliminar las barreras al libre comercio de maquinaria en el continente. La Comunidad Europea también tiene como objetivo armonizar las condiciones de las industrias entre los países miembros.

La primera norma ergonómica internacional desarrollada (basada en una norma DIN nacional alemana), fue la ISO 6385 Principios ergonómicos en el diseño de los sistemas de trabajo (1 981). En 1 988 la OIT aprobó el Convenio sobre seguridad y salud en la construcción (Núm. 167) y la correspondiente recomendación (Núm. 175), que constituyen un fundamento legal para crear condiciones de trabajo seguras y saludables.

4.3.2. Nivel nacional

Las leyes y reglamentos nacionales se basan con frecuencia en convenios, acuerdos, declaraciones y programas internacionales que han sido establecidos por distintos organismos de las Naciones Unidas, entre ellos la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

4.4. Factores de riesgo ergonómico

Son ciertas características del ambiente de trabajo que se han asociado con lesiones, 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

4.4.1. Identificación

Los profesionales relacionados con la higiene y seguridad industrial o la ergonomía deben evaluar y controlar los factores de riesgo ergonómico. Es necesario que se reconozcan las capacidades de los individuos y las relaciones con el trabajo para obtener como resultado un sitio de trabajo seguro y adecuado.

4.4.2. Análisis

En la actualidad se conocen dos tipos de soluciones para reducir la magnitud de los factores de riesgo ergonómico:

- Controles de ingeniería: cambian los aspectos físicos del puesto de trabajo; son los métodos preferidos para reducir o eliminar los riesgos de manera permanente. Incluyen acciones tales como modificaciones del

puesto de trabajo, obtención de equipo diferente o cambio de herramientas modernas.

- Controles administrativos: realizan cambios en la organización del trabajo. Este enfoque es menos amplio que los controles de ingeniería pero son menos dependientes.

4.5. Técnicas ergonómicas

Debido a la gran variedad de las actividades y tipos de proyectos de construcción, se presentarán las técnicas ergonómicas aplicables con mayor frecuencia.

4.5.1. Actividades al nivel del piso o suelo

Las labores efectuadas al nivel del piso o suelo no pueden ser eliminadas de las actividades de la construcción, pero es posible cambiar la forma en que se realizan de tal manera que el cuerpo las pueda hacer más fácilmente. Muchas de las soluciones también pueden eliminar otros riesgos de seguridad potenciales e incrementar la productividad.

- Problema: uso de equipo de fijación. Cuando los trabajadores de la construcción trabajan al nivel del piso o del suelo, a menudo usan pistolas de tornillos y otras herramientas de fijación que requieren que se encorven, doblen, arrodillen o acuclillen por largos períodos de tiempo. El trabajo constante en estas posiciones puede ocasionar fatiga, dolor y lesiones.
 - Técnica ergonómica: usar una pistola de tornillos con alimentación continua que le permita trabajar de pie. Muchas herramientas para

usar de pie tienen alturas ajustables que permiten adaptarlas a trabajadores con diferentes estaturas.

- Problema: uso de una niveladora manual. Cuando se usa una niveladora manual para trabajar con concreto, debe doblar el cuerpo y agarrar firmemente la tablilla para empujarla y nivelar el concreto húmedo. Sus brazos y hombros realizan fuerza una y otra vez.
 - Técnica ergonómica: uso de una niveladora motorizada (o vibratoria), así se puede trabajar de pie y la operación de la niveladora requiere mucho menos esfuerzo que si lo hiciera manualmente.

- Problema: armado y colocación de barras de refuerzo. Los trabajadores amarran manualmente las barras y varillas de refuerzo con alicates y alambre. Esta actividad requiere la realización de movimientos repetitivos y rápidos de las manos y los brazos mientras que se hace mucha fuerza. Si se amarran las barras y varillas al nivel del suelo, además tiene que trabajar en una posición bastante encorvada hacia adelante.
 - Técnica ergonómica: uso de una herramienta para atar barras y varillas de refuerzo. Disminuye el riesgo de sufrir lesiones en la mano y la muñeca debido a que se eliminan los movimientos rápidos y frecuentes en las manos que se necesitan para usar los alicates.

- Problema: arrodillarse para trabajar cerca del piso. En muchas actividades de la construcción se requiere que el trabajador se arrodille, acuclille o se encorve frecuentemente, ya que su trabajo se realiza al nivel del piso.

- Técnica ergonómica: uso de plataforma rodante para arrodillarse durante la instalación de baldosas (con apoyo para el pecho). Estos aparatos reducen la tensión en las rodillas, los tobillos y la parte inferior de la espalda.
- Problema: uso de andamio convencional sin estructura de protección. Los albañiles a menudo necesitan agacharse con el fin de levantar ladrillos, bloques y mortero para colocarlos en la pared. Este tipo de actividad puede requerir que el trabajador doble y tuerza bastante el cuerpo.
 - Técnica ergonómica: uso de andamios de niveles ajustables. Este tipo de andamio sirve para que el albañil se encorve menos, ya que los materiales y la superficie de trabajo están cerca del nivel de las caderas y por lo tanto se trabaja en una posición más cómoda y que causa menos tensión en el cuerpo.

4.5.2. Actividades que requieren movimientos por encima de la cabeza

En algunos trabajos de construcción se necesita realizar actividades que requieren movimientos por encima de la cabeza, como alcanzar objetos con uno o ambos brazos sobre el nivel de los hombros; en ocasiones su cabeza estará inclinada hacia atrás para poder ver lo que se hace. Las labores que requieren movimientos por encima de la cabeza no pueden ser eliminadas de la actividad de la construcción, pero es posible cambiar la forma en que se realizan de tal manera que el cuerpo las pueda ejecutar más fácilmente.

El tipo de actividad y las condiciones del lugar de trabajo determinarán la

mejor solución para su actividad; hay soluciones que pueden reducir el nivel de tensión en los hombros, cuello y brazos; además, pueden disminuir la frecuencia y duración de la tensión en el cuerpo.

- Problema: uso de taladros o pistolas de tornillos para trabajar en áreas ubicadas por encima de la cabeza. Al realizar este tipo de trabajo a menudo y por períodos largos, el trabajador tiene el riesgo de sufrir lesiones; también, puede reducir su capacidad para trabajar en forma segura y productiva.
 - Técnica ergonómica: uso de una extensión de vástago de broca para el taladro o pistola de tornillos, de tal manera que los pueda sostener por debajo del nivel de los hombros y cerca de la cintura. Las extensiones de brocas deben reducir las probabilidades de que el trabajador sufra lesiones musculares y de las articulaciones.

- Problema: uso de herramientas de impacto en trabajos realizados por encima de la cabeza. Este tipo de actividades puede ocasionar lesiones graves en los hombros, brazos y manos, como fatiga y afecciones de los brazos y hombros como bursitis o tendinitis del mango de los rotadores.
 - Técnica ergonómica: uso de una vara de extensión para realizar labores que requieren movimientos por encima de la cabeza. Es una vara modular o de longitud fija que se sujeta a la herramienta de impacto; la herramienta queda completamente fuera de su mano y todo lo que se tiene que hacer es presionar el gatillo. La extensión le ayuda a mantener una postura del cuerpo más neutral, lo que disminuye el riesgo de lesiones en los hombros, brazos y manos.

- Problema: aplicación de acabados en paredes y cielos. Estas actividades requieren mucho esfuerzo y repetición. El cuerpo del personal se ve forzado a trabajar en una postura incómoda, que eventualmente puede causar lesiones graves en muñecas, hombros, brazos y espalda.
 - Técnica ergonómica: uso de un sistema neumático para acabados en muros y cielos. Se evita el acabado manual, el uso de equipos y herramientas incómodas. Sin embargo, se tienen que realizar movimientos y mantener posiciones forzadas, pero no se tiene que hacer tanta fuerza al mismo tiempo y por períodos largos.

4.5.3. Actividades para levantar, sostener y manipular materiales

En la construcción los trabajadores ocupan bastante tiempo en actividades que requieren levantar, cargar, sostener, empujar o halar cargas de materiales. Aunque en la actualidad es muy común el uso de aparatos mecánicos para realizar ciertas labores aún se trabaja manualmente con muchos materiales. En ocasiones no es posible usar aparatos mecánicos para el manejo de los materiales debido a las condiciones del sitio.

- Problema: manejo y colocación de unidades de mampostería (block, ladrillos). Un bloque de concreto normal puede pesar hasta 25 kilogramos dependiendo del tipo y tamaño. Levantar y colocar estas unidades de concreto puede causar fatiga y tensionar la parte inferior de la espalda, las manos y los brazos de los albañiles y ayudantes de albañilería. Si realiza este tipo de labor con frecuencia, puede correr riesgo de sufrir lesiones graves en los músculos o las articulaciones.

- Técnica ergonómica: uso de bloques de concreto livianos. Las unidades pesan entre 30 % y 40 % menos que los bloques normales pero mantienen su solidez y funcionalidad. Un peso menor significa que se cansará menos y su espalda, sus manos y sus brazos estarán expuestos a menos tensión.
- Problema: manejo, mezclado y uso de mezclas para elaboración de morteros y concretos. Cuando los obreros mezclan el mortero o la lechada en forma tradicional tienen que levantar bolsas de cemento pesadas y dosificar manualmente los materiales. Con frecuencia repiten este tipo de movimiento una y otra vez. Los trabajadores corren riesgo de sufrir dolores de espalda y de hombros y hasta lesiones que afecten los músculos o las articulaciones.
 - Técnica ergonómica: uso de morteros y concretos premezclados para realizar el trabajo. Estas mezclas pueden transportarse a granel hasta el sitio de trabajo, por lo que no se necesita manipular los materiales tradicionales, con lo que se elimina el riesgo de lesiones causadas por el manejo manual de los materiales.
- Problema: uso de equipo para manejo y colocación de concreto premezclado. Las mangueras para concreto cargadas son pesadas y se requiere de mucha fuerza para halarlas. Halar, levantar y mover secciones de la manguera puede obligarlo a tomar posiciones forzadas y ejercer tensión en la parte inferior de la espalda y las rodillas.
 - Técnica ergonómica: uso de accesorios y elementos que faciliten el manejo del equipo para manejo y colocación de concreto

premezclado. En el caso de las mangueras se pueden usar bases para deslizar (también conocidas como “discos para posicionamiento de mangueras”); disminuyen la fricción con la estructura de varillas y facilitan los movimientos para halar la manguera; también evitan que los conectores de la manguera se enreden en las varillas.

- Problema: instalación de ventanas con ventosas manuales. La instalación manual de ventanas grandes y láminas, requiere que los trabajadores muevan objetos pesados y de gran tamaño. Este tipo de trabajo tensiona la espalda y los hombros y puede causar lesiones graves en los músculos y las articulaciones.
 - Técnica ergonómica: uso de sistemas de elevación por vacío para la instalación de ventanas y de otras láminas. Los sistemas de elevación por vacío eliminan la necesidad de levantar y colocar manualmente los materiales pesados y que tienen forma extraña o irregular.

El uso de los sistemas de elevación ayudará a reducir la posibilidad de que el trabajador sufra una lesión de los músculos o articulaciones; además debe haber aumento en la productividad ya que los trabajadores estarán menos fatigados y por tanto podrán instalar más ventanas y paneles.

4.5.4. Trabajos realizados con actividades manuales intensas

Los trabajadores de la construcción generalmente pasan mucho tiempo agarrando las herramientas o materiales con una o ambas manos, esto puede

tensionar las manos, las muñecas o los codos produciendo molestias y dolor. Con el tiempo se pueden sufrir lesiones graves en los músculos o en las articulaciones, disminuyendo la capacidad para usar las manos y muñecas y además podría quedar permanentemente discapacitado.

- Problema: uso de herramientas manuales convencionales. Este tipo de actividades pueden ocasionar tensión muscular y hasta lesiones graves, como el síndrome del túnel carpiano o la tendinitis. Usar la herramienta equivocada, o en forma incorrecta puede causar tensión en las manos, las muñecas, los antebrazos, los hombros y el cuello.
 - Técnica ergonómica: uso de una herramienta ergonómica adecuada al tipo de trabajo. Se encuentran disponibles muchas herramientas nuevas que pueden prevenir lesiones de los músculos y las articulaciones. Sin embargo, algunas de las nuevas herramientas que se promocionan como ergonómicas no han sido diseñadas con cuidado. Algunos de los criterios para la selección y uso de herramientas manuales ergonómicas son: mango, posición de la muñeca, diámetro del mango, uso.

- Problema: uso de equipos compactadores de suelos con altos niveles de vibración. Algunas herramientas con motor que se agarran con las manos (moto sierras y los taladros de impacto), pueden producir mucha vibración. En algunos casos los niveles de vibración que generan son tan altos que pueden afectar los vasos sanguíneos y los nervios de las manos.
 - Técnica ergonómica: uso de herramientas con menos vibración y guantes anti vibraciones (con cámara de aire). En el mercado se encuentran disponibles muchas herramientas diseñadas para

producir menos vibración. Estos equipos siempre deben usarse con guantes antivibraciones que tengan los cinco dedos y que cumplan con los estándares de vibración (ISO 10819).

- Problema: uso manual de cepillos. El uso frecuente de cepillos de alambre para limpiar o escarear tuberías, rejillas u otros materiales de construcción puede tensionar manos, muñecas, antebrazos y codos. Si realiza este tipo de labor con frecuencia puede correr riesgo de sufrir lesiones graves en los músculos o las articulaciones.
 - Técnica ergonómica: uso de herramientas mecánicas. La herramienta con motor eliminará la necesidad de realizar movimientos repetitivos de las manos, muñecas y antebrazos y puede mejorar el agarre.

- Problema: uso de tijeras. Cortar láminas de metal con tijeras requiere de mucha fuerza manual. Con frecuencia es necesario trabajar con la muñeca en una posición forzada. Si se realiza esta actividad a menudo y por períodos largos, se puede sentir dolor en las manos o las muñecas. Con el tiempo se puede sufrir una lesión grave. Los fabricantes producen tijeras para metal adecuadas a tareas específicas y a los trabajadores.
 - Técnica ergonómica: uso de herramientas adecuadas. Use la tijera para metal del tipo y tamaño adecuado a su actividad. En el mercado hay nuevas clases de tijeras que se ajustan mejoren la mano, mantienen su muñeca más recta y requieren de menos fuerza manual.

4.6. Beneficios

En la mayoría de los casos las lesiones de los trabajadores de la construcción se pueden prevenir, por medio de acciones de tipo ergonómicas. Entre los beneficios de contar con un diagnóstico ergonómico están los siguientes:

- Conducir a un tratamiento temprano o a una curación más rápida, evitando así los problemas crónicos.
- Conducir a identificar la causa principal de la lesión.
- Realizar evaluación ergonómica más especializada por parte de personal capacitado para corregir las causas.
- Definir las bases para la prevención de los riesgos laborales.

De igual manera el diagnóstico ergonómico puede ayudar a identificar algunas características del ambiente de trabajo que se han asociado con diferentes lesiones.

5. RESULTADOS TRABAJO DE CAMPO

5.1. Generalidades

En el sector de la construcción se realizan multitud de trabajos que requieren el uso de distintas herramientas y medios para poder desempeñarlos; es común que para realizar estos trabajos los trabajadores:

- Se coloquen en posturas forzadas
- Los realicen durante períodos largos de tiempo
- Que tengan que transportar materiales pesados

Según datos de Eurostat para el conjunto de la Unión Europea, la construcción presenta una mayor prevalencia de trastornos musculoesquelético que el global de sectores (3 160 frente a 2 650 por cada 100 000 trabajadores).

En Guatemala, es poca la información existente sobre este tema a pesar de su importancia en todo proyecto de construcción; es necesario contar con información a nivel nacional sobre los aspectos que se refieren a la aplicación de la ergonomía en la construcción.

5.2. Descripción

Existen diversos métodos que pueden ser utilizados para la evaluación ergonómica, estos varían dependiendo de la complejidad del análisis que se desee realizar, considerando la cantidad de recursos, tiempo y necesidades, entre otros.

Cuando se estudian puestos de trabajo desde el punto de vista ergonómico pueden encontrarse problemas en diferentes aspectos; en el presente trabajo se analizó al personal y las actividades de un puesto de trabajo del sector de la construcción, proponiendo medidas correctoras para que los riesgos a los que se exponen se vean eliminados o reducidos y señalando su importancia en el sector de la construcción.

Se revisó la información existente para conocer más a detalle las particularidades del sector de la construcción y lograr una mayor comprensión de las tareas y riesgos involucrados en los procesos de construcción seleccionados. De acuerdo a los objetivos de este trabajo, se desarrollaron las siguientes actividades:

- Selección de los actividades y puestos de trabajo: se basó en la experiencia propia y la de los expertos consultados. Para estudiar las diversas actividades que se dan dentro de los procesos constructivos, no es necesario estudiar todos los tipos de construcción, puesto que muchas tareas son similares en su ejecución y sus riesgos son equivalentes sin importar el propósito de la obra en construcción.
 - De acuerdo a la experiencia en Guatemala, algunas de las tipologías de proyectos más comunes en el sector de la construcción son: proyectos de infraestructura, proyectos de urbanizaciones y edificaciones.
 - En este tipo de proyectos, algunos de los renglones con mayor volumen de trabajo son: levantado de muros (manejo, mezcla y colocación de materiales, levantado de muros), armado y

colocación de obra falsa (formaletas), el armado de estructuras de acero para concreto y mampostería (corte, armado y colocación).

- Selección de las herramientas de evaluación: se siguieron los criterios y recomendaciones de diferentes métodos de análisis ergonómico; la base del análisis ergonómico del puesto de trabajo consiste en una descripción sistemática y cuidadosa de las tareas o puesto de trabajo.
 - Listas de verificación: incluyen aspectos de carácter general y el nivel de organización en aspectos de seguridad y salud del proyecto evaluado; y particulares de acuerdo al puesto y tipo de actividad.
 - Visitas a proyectos, observación directa: con la finalidad de visualizar el método de trabajo, las posturas que adopta el trabajador, la repetitividad de movimientos, tipo y características de equipo, entre otras.
 - Entrevistas y encuestas con trabajadores: por ser ellos los que están directamente involucrados, son los indicados para obtener la información necesaria para el estudio.
- El trabajo de campo: se basa en la descripción de los puestos de trabajo y de las actividades relacionadas. Durante el trabajo de campo se utilizaron las diferentes herramientas auxiliares mencionadas anteriormente.
- Descripción de la actividad evaluada: el puesto de trabajo evaluado corresponde al personal responsable de la obra falsa (formaletas,

andamios, puntales, entre otros). Se consideraron las siguientes actividades, materiales y/o equipos relacionados con la preparación, el armado y colocación de obra falsa (entaramado, formaletas, entre otros). Su ejecución se divide en varias fases que pueden ser realizadas por un mismo trabajador o por varios especializados en cada una de las tareas.

- Organizar el almacén o bodega de materiales y controlar la calidad de estos materiales.
- Preparar los materiales en las condiciones de forma, longitud y características geométricas adecuadas en cada caso.
- Construir las instalaciones lo que implica medir, cortar y pegar/ensamblar/colocar, según las necesidades.
- Instalar y montar en la obra las estructuras armaduras anteriormente y otras confeccionadas *in situ*.

A continuación se presentan las actividades realizadas durante el trabajo de campo y análisis de resultados:

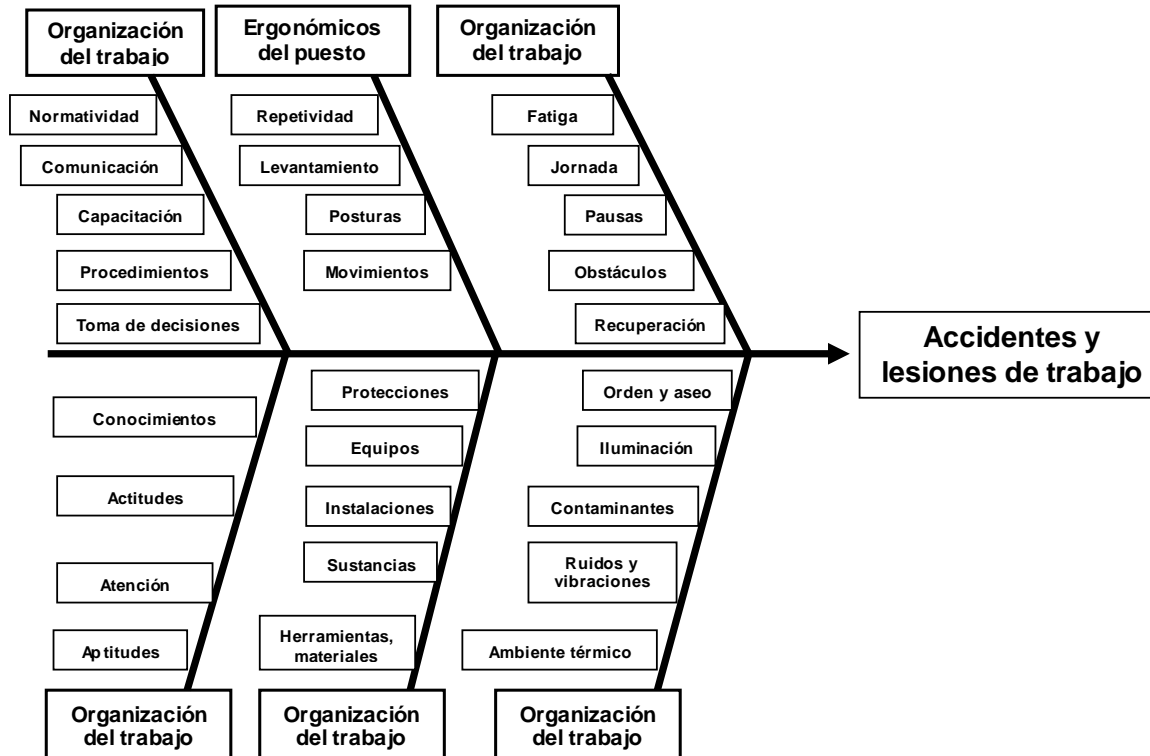
- Uso de listas de verificación, para calificar las condiciones del proyecto, solicitando la siguiente información.
 - Manejo de materiales
 - Herramientas y equipos
 - Aspectos ergonómicos

- Encuesta al personal de obra relacionado (albañiles y ayudantes), que permitiera diagnosticar problemas ergonómicos, solicitando la siguiente información.
 - Información general entrevistado
 - Información puesto evaluado
 - Identificación de riesgos ergonómicos

- Descripción de los riesgos detectados e identificación de los factores de riesgos.
 - Posturas forzadas
 - Fuerza manual extrema
 - Movimientos repetitivos extremos
 - Impactos repetidos
 - Levantamientos forzados frecuentes
 - Efectos del ambiente de trabajo
 - Herramientas utilizadas

- Generación de propuestas de mejoras ergonómicas para las actividades evaluadas: la generación de las alternativas de mejoras propuestas se realizó con base en los resultados del trabajo de campo. La eliminación de puestos de trabajos no está contemplada como una propuesta de mejora ergonómica.

Figura 10. Diagrama de causa-efecto de Ishikawa para la identificación y análisis de factores de riesgos de trabajo en la industria de la construcción



Fuente: MONTES DE OCA, Miguel Ángel. *Diagnóstico ergonómico de los trabajadores en la industria de la construcción*. p. 78.

5.3. Análisis y tabulación de información

Dentro del estudio realizado se consideraron los factores de riesgo desde el punto de vista ergonómico identificados anteriormente; durante el trabajo de campo se incluyó al trabajador, principal conocedor de los riesgos a los que está expuesto, así también se consideraron los resultados de las listas de verificación, visitas y observaciones realizadas.

El estudio revela que hay muchas carencias ergonómicas en la construcción y los trabajadores sufren un grado elevado de incomfortabilidad en su puesto de trabajo, lo cual lleva asociado bajas laborales y enfermedades crónicas que representan un elevado coste a las empresas y a la sociedad.

5.3.1. Visitas a proyectos

Permitieron conocer de manera personal las condiciones del puesto de trabajo y del personal involucrado. Se utilizaron técnicas de observación para lo cual se identificaron los factores de interés; un aspecto muy importante en el trabajo es que el trabajador sea capaz de reconocer los riesgos ergonómicos existentes en su puesto de trabajo para, de esa manera, poder llevar a cabo acciones para prevenirlos.

A continuación se presenta una descripción de los proyectos evaluados en este trabajo:

- Proyecto construcción de vivienda en serie:
 - Ubicación: ciudad capital
 - Personal: más de 60 trabajadores
 - Intervienen subcontratistas

- Proyecto construcción de hidroeléctrica:
 - Ubicación: departamento de Alta Verapaz
 - Personal: más de 60 trabajadores
 - Intervienen subcontratistas

5.3.2. Listas de verificación

Uno de los objetivos de este trabajo es conocer cuán importante es la ergonomía en el sector de la construcción y su relación con la seguridad. Al momento de realizar la visita a los proyectos evaluados, se utilizaron como herramienta auxiliar: listas de verificación con el objetivo de conocer de manera preliminar tipo y organización del proyecto, factores de riesgos, equipo y materiales, el trabajador y actividades realizadas, ambiente de trabajo; se calificó de forma sencilla cada punto evaluado.

De acuerdo a las condiciones y tipo de proyecto, se consideraron los siguientes aspectos:

- Manejo de materiales
- Herramientas
- Movimientos repetitivos
- Levantamientos forzados

Según la probabilidad de que el riesgo se materialice y teniendo en cuenta las consecuencias que esto tendría si ocurriera, se clasifican los riesgos en: trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable. En la siguiente tabla se presentan de acuerdo a las condiciones y tipo de proyecto, los factores de riesgo identificados y evaluados.

Tabla IX. **Resumen factores de riesgo identificados en listas de verificación**

Tipo factor de riesgo	Calificación
Caída de persona a distinto nivel	Riesgo moderado Probabilidad del suceso: probable Consecuencias graves

Continuación de la tabla IX.

Caída de objetos en manipulación	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: remoto Consecuencias: graves
Caída de objetos por derrumbamiento	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: leves
Pisadas sobre objetos o materiales punzantes	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: leves
Choques y golpes contra objetos inmóviles	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: leves
Choques contra objetos móviles	Riesgo moderado Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: graves
Cortes con objetos y herramientas	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: leves.
Caídas de personas el mismo nivel	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: leves
Aplastamiento por y entre objetos	Riesgo moderado Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: graves
Contacto eléctrico	Riesgo moderado Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: graves
Atrapamiento entre objetos	Riesgo trivial Probabilidad del suceso: media Consecuencias: leves
Proyección de partículas	Riesgo tolerable Probabilidad del suceso: media Consecuencias: leves
Entorno de trabajo, manejo de sustancias químicas	Riesgo moderado Probabilidad del suceso: probable Consecuencias: graves

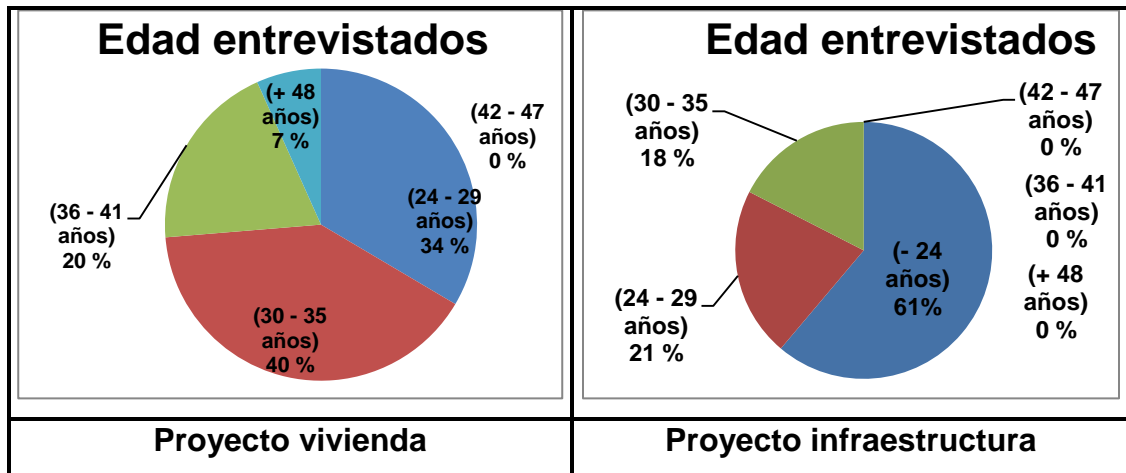
Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Encuesta

Técnica utilizada con el objetivo de obtener información directamente del trabajador y la labor que realiza; en el trabajo se realizó una encuesta a una muestra de trabajadores (personal que interviene directamente en las actividades de interés), con el fin de obtener información fiable de las condiciones de trabajo a las cuales se ven expuestos y su relación con la seguridad y salud. A continuación, se presentan los resultados de las actividades realizadas en los dos proyectos y su análisis.

- Datos generales entrevistado
 - Edad encuestados: de acuerdo a los resultados, la edad de los entrevistados se distribuye de la siguiente manera:
 - Proyecto vivienda: el rango (30-35 años) con 40,0 % es el mayor, seguido del rango (24-29 años) con 34 %, rango (36-41 años) con 20 % y rango (+48 años) con el 7,0 % respectivamente. Se evidencia la variabilidad de la edad (mayor 51 años, menor 24 años); lo que se refleja en la experiencia de los trabajadores del proyecto y en la actividad evaluada.
 - Proyecto infraestructura: el rango de (menor 24 años) con el 61,0 % es el mayor, seguido de los rangos (24-29 años) con 21 % y (30-35 años) con el 18,0 %. Se evidencia la variabilidad de la edad (mayor 33 años, menor 24 años); lo que se refleja en la experiencia de los trabajadores del proyecto y en la actividad evaluada.

Figura 11. **Resultados datos generales entrevistados.**
Edad entrevistado

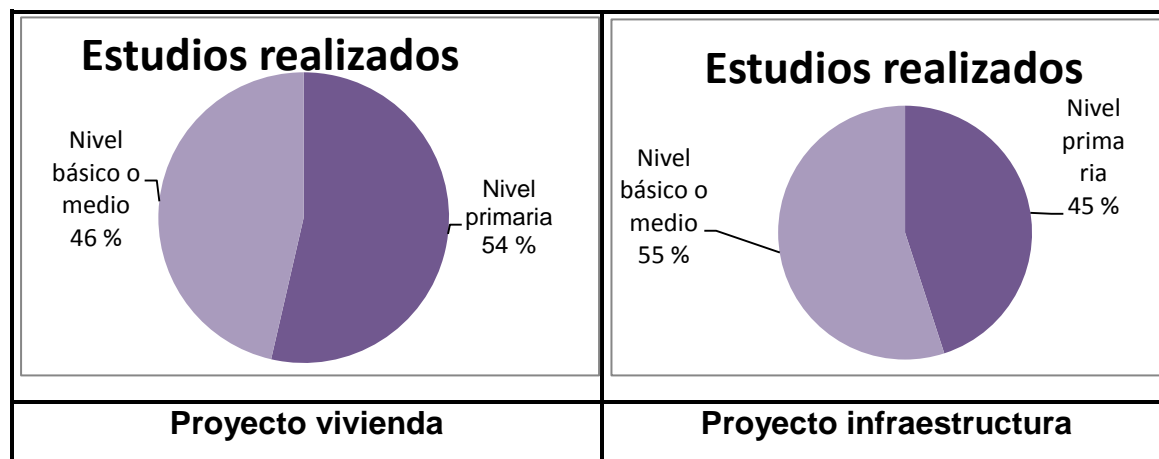


Fuente: elaboración propia.

- Estudios realizados: estos resultados son importantes al momento de que se capaciten los trabajadores o cuando se desea implementar nuevos procedimientos o métodos de trabajo pues se supone mayor facilidad para entender y aplicar nuevas técnicas. De acuerdo a los resultados, los estudios realizados por los entrevistados se distribuyen de la siguiente manera:
 - Proyecto vivienda: el 100 % de los entrevistados refiere contar con algún nivel de educación: el 53,6 % nivel primario y el 46,4 % nivel básico o medio; lo que refleja la formación académica de los trabajadores del sector en la ciudad capital.
 - Proyecto infraestructura: el 100 % de los entrevistados refiere contar con algún nivel de educación: el 45,0 % nivel

primario y el 55,0 % nivel básico o medio; lo que refleja la formación académica de los trabajadores del sector en el interior del país.

Figura 12. **Resultados datos generales entrevistados.**
Estudios realizados

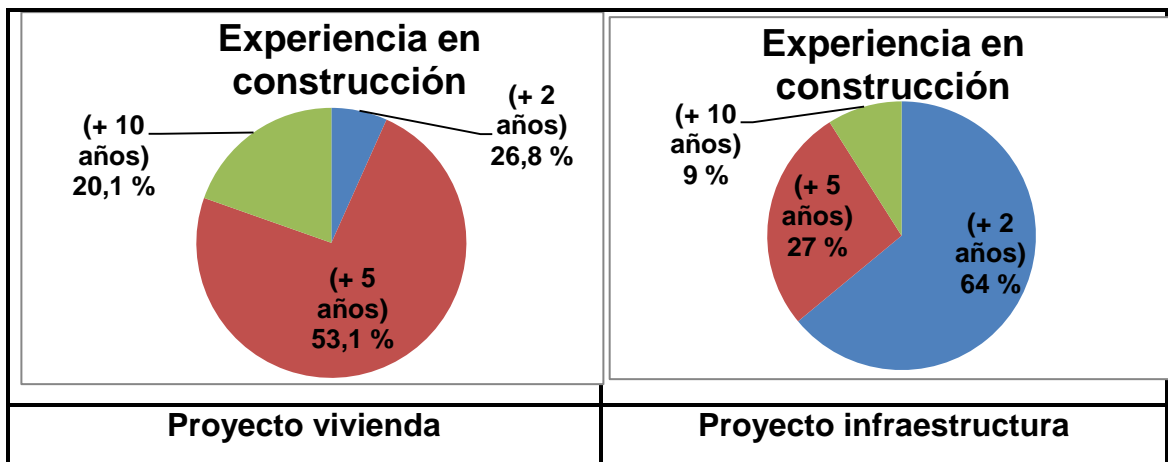


Fuente: elaboración propia.

- Experiencia en construcción: la experiencia de los trabajadores tiene incidencia directa con la productividad y su rendimiento en la actividad evaluada. De acuerdo a los resultados, la experiencia en construcción de los entrevistados se distribuye de la siguiente manera:
 - Proyecto vivienda: el 100 % de los entrevistados refiere contar con alguna experiencia en construcción: la mayoría se encuentra en el rango (+ 5 años) con 53,1 %, rango (+ 2 años) con 26,8 % y el rango (+ 10 años) con 20,1 % respectivamente.

- Proyecto infraestructura: el 100 % de los entrevistados refiere contar con algún experiencia en construcción: la mayoría se encuentra en el rango (+ 2 años) con 64,0 %, rango (+ 5 años) con 27,0 % y el rango (+ 10 años) con 9,0 % respectivamente.

Figura 13. **Resultados datos generales entrevistados.**
Experiencia construcción

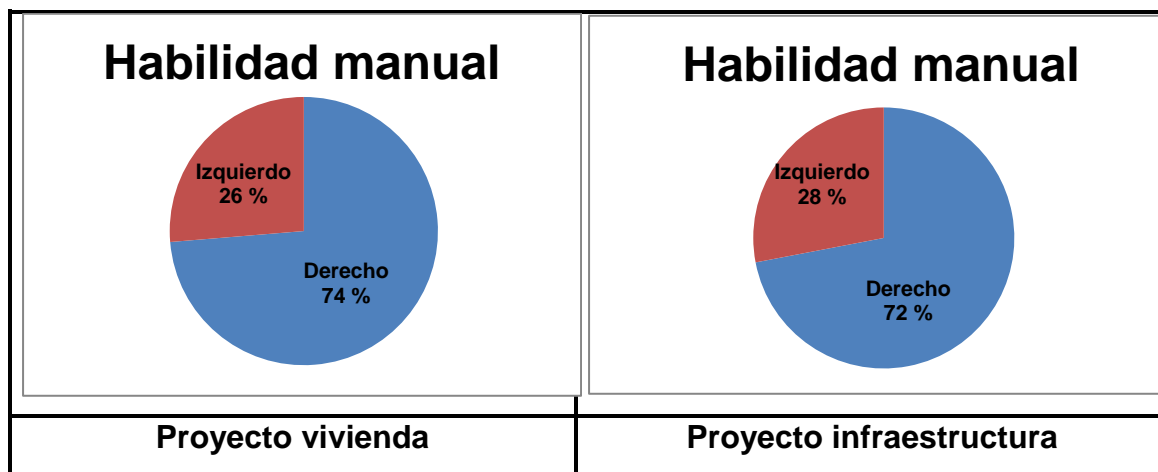


Fuente: elaboración propia.

- Habilidad manual: la habilidad de los trabajadores puede afectar la productividad y su rendimiento en el proyecto. De acuerdo a los resultados, la habilidad manual de los entrevistados se distribuye de la siguiente manera:
 - Proyecto vivienda: la mayoría de los trabajadores evaluados son derechos (73,7 %), el resto son izquierdos (26,3 %).

- Proyecto infraestructura: la mayoría de los trabajadores evaluados son derechos (72,0 %), el resto son izquierdos (28,0 %).

Figura 14. **Resultados datos generales entrevistados.**
Habilidad manual



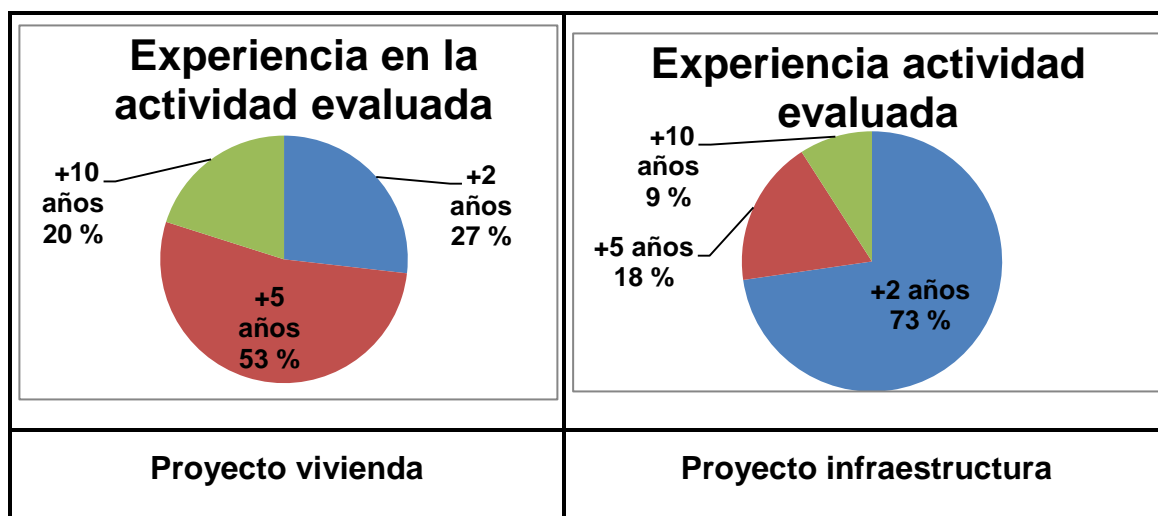
Fuente: elaboración propia.

- Datos puesto evaluado
 - Experiencia en la actividad evaluada: se evidencia la especialización que los trabajadores de la construcción adquieren en actividades particulares, así como que realizan diferentes actividades en los proyectos de construcción. La experiencia en la actividad evaluada puede afectar la productividad y el rendimiento de los trabajadores en el proyecto.

De acuerdo a los resultados, la experiencia en la actividad evaluada de los entrevistados se distribuye de la siguiente manera:

- Proyecto vivienda: el 53,1 % de los trabajadores se encuentra en el rango (+ 5 años), el rango (+ 2 años) con un 26,8 % y el rango (+ 10 años) con un 20,1% respectivamente.
- Proyecto infraestructura: el 73,0 % de los trabajadores se encuentra en el rango (+ 2 años), el rango (+ 5 años) con un 18,8 % y el rango (+ 10 años) con un 9,1 % respectivamente.

Figura 15. **Resultados datos puesto evaluado.**
Experiencia en la actividad evaluada



Fuente: elaboración propia.

- Descripción de las actividades que actualmente realiza en el proyecto: existen varios métodos que pueden ser aplicados para identificar las actividades en el trabajo. A continuación se presentan los resultados obtenidos y su análisis.
 - Proyecto vivienda: el 100,0 % de los trabajadores indica realizar actividades de limpieza del área de trabajo, el 73,7 % realiza actividades de colocación de formaletas (andamios, puntales, otros), el 67,0 % manejo y transporte de materiales y el 60,3 % realiza actividades de elaboración de formaletas (corte, ensamble).
 - Proyecto infraestructura: el 86,0 % de los trabajadores indica realizar actividades de manejo y transporte de materiales, el 64,0 % realiza actividades de elaboración de formaletas (corte, ensamble), el 57,1 % realiza actividades de colocación de formaletas (andamios, puntales, otros) y el 50,0 % realiza actividades de limpieza del área de trabajo respectivamente.

Se evidencia que los trabajadores en un mismo proyecto realizan diferentes actividades; la frecuencia y experiencia en la actividad evaluada pueden afectar la productividad y el rendimiento de los trabajadores en el proyecto.

Se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos, para identificar la denominación del puesto de trabajo y las tareas y/o actividades que realizan. Esto tiene que ver con falta de comunicación y que el trabajador se acostumbra a determinadas actividades que se convierten en

rutinas; lo que puede generar descuidos o menor productividad.

En los proyectos de construcción mantener la zona de trabajo ordenada es bastante complejo ya que el movimiento de materiales y la generación de residuos son muy frecuentes. Los obstáculos en el área de trabajo pueden causar resbalones o tropiezos, las áreas desordenadas pueden impedir el uso de carros de transporte y la falta de orden en el puesto de trabajo incrementa los riesgos ergonómicos.

Tabla X. **Resultados descripción de las actividades que actualmente realiza en el proyecto**

Actividad	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica															
	PV	PI																
Manejo, transporte materiales	67,0	86,0	<p>Descripción de las actividades que actualmente realiza en el proyecto</p> <p>■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Proyecto vivienda (%)</th> <th>Proyecto infraestructura (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manejo, transporte materiales</td> <td>67,0</td> <td>86,0</td> </tr> <tr> <td>Elaboración de formaletas</td> <td>60,3</td> <td>64,0</td> </tr> <tr> <td>Colocación de formaletas</td> <td>73,7</td> <td>57,0</td> </tr> <tr> <td>Limpieza área de trabajo</td> <td>100,0</td> <td>50,0</td> </tr> </tbody> </table>	Actividad	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)	Manejo, transporte materiales	67,0	86,0	Elaboración de formaletas	60,3	64,0	Colocación de formaletas	73,7	57,0	Limpieza área de trabajo	100,0	50,0
Actividad	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)																
Manejo, transporte materiales	67,0	86,0																
Elaboración de formaletas	60,3	64,0																
Colocación de formaletas	73,7	57,0																
Limpieza área de trabajo	100,0	50,0																
Elaboración de formaletas (corte, ensamble)	60,3	64,0																
Colocación de formaletas (andamios, puntales, otros)	73,7	57,1																
Limpieza área de trabajo	100,0	50,3																

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de riesgos ergonómicos físicos (REF): existen varios métodos que pueden ser aplicados para identificar los riesgos ergonómicos. Los trastornos musculoesqueléticos a nivel de extremidad superior están relacionados a múltiples factores de riesgo, siendo los más relevantes los factores físicos representados por la repetitividad, fuerza, postura, entre otros.

La repetitividad es uno de los factores de riesgo de mayor importancia en la generación de lesiones; los trabajadores de la rama de la construcción son los que más sufren las consecuencias de vibraciones en mano y brazo. A continuación se presentan los resultados obtenidos y su análisis.

- Proyecto vivienda: el 100,0 % de los trabajadores indica realizar movimientos repetitivos, el 87,1 % realiza posturas forzadas, el 80,4 % manejo manual de cargas.
- Proyecto infraestructura: el 71,0 % de los trabajadores indica realizar movimientos repetitivos, el 64,0 % realiza manejo manual de cargas y el 50,0 % posturas forzadas.

Se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos para identificar los riesgos ergonómicos físicos que los pueden afectar.

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

Tabla XI. **Resultados datos puesto evaluado. Identificación de riesgos ergonómicos físicos (REF)**

Riesgo	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica												
	PV	PI													
Manejo manual de cargas	80,4	64,0	<p style="text-align: center;">Identificación de riesgos ergonómicos físicos</p> <p style="text-align: center;">■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Datos de la Gráfica</caption> <thead> <tr> <th>Riesgo</th> <th>Proyecto vivienda</th> <th>Proyecto infraestructura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manejo manual de cargas</td> <td>80</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Posturas forzadas</td> <td>87</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Movimientos repetitivos</td> <td>100</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>	Riesgo	Proyecto vivienda	Proyecto infraestructura	Manejo manual de cargas	80	64	Posturas forzadas	87	50	Movimientos repetitivos	100	71
Riesgo	Proyecto vivienda	Proyecto infraestructura													
Manejo manual de cargas	80	64													
Posturas forzadas	87	50													
Movimientos repetitivos	100	71													
Posturas forzadas	87,1	50,0													
Movimientos repetitivos	100,0	71,0													

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de riesgos ergonómicos organizacionales (REO): existen varios métodos que pueden ser aplicados para identificar los riesgos ergonómicos. Los factores de riesgo organizacionales tienen una incidencia importante en condicionar la exposición a otros factores de riesgo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos y su análisis.
 - Proyecto vivienda: el 94,8 % de los trabajadores indica que es obligatorio el uso del equipo personal, el 23,7 % recibe capacitación de manera regular, el 60,3 % indica que la jornada laboral incluye el período de almuerzo, el 20,1 % indica existe algún medio de información de la empresa y el

13,4 % indica que existe comité o responsable de la salud y seguridad en el proyecto.

- Proyecto infraestructura: el 93,7 % de los trabajadores indica que la jornada laboral incluye el período de almuerzo, el 79,0 % que es obligatorio el uso del equipo personal, el 71,0 % existe comité o responsable de la salud y seguridad en el proyecto, el 36,2 % existe algún medio de información de la empresa y el 36,2 % recibe capacitación de manera regular.

Se evaluaron los riesgos ergonómicos organizacionales dentro de su actividad de trabajo; para esto se utilizaron métodos destinados a evaluar las condiciones de trabajo en general y útiles para proporcionar una valoración global sobre el tema. Se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos para identificar los riesgos ergonómicos organizacionales.

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

Tabla XII. **Resultados datos puesto evaluado. Identificación de riesgos ergonómicos organizacionales (REO)**

Riesgo	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica																		
	PV	PI																			
Existe comité o responsable de la salud y seguridad en el proyecto	13,4	71,0	<p>Identificación de riesgos ergonómicos organizacionales</p> <p>■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Riesgo</th> <th>Proyecto vivienda (%)</th> <th>Proyecto infraestructura (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Existe comité o responsable de la salud y seguridad en el proyecto</td> <td>13</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>La jornada laboral incluye el período de almuerzo</td> <td>60</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>Existe algún medio de información de la empresa</td> <td>20</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Recibe capacitación de manera regular</td> <td>24</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Es obligatorio el uso del equipo personal</td> <td>95</td> <td>79</td> </tr> </tbody> </table>	Riesgo	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)	Existe comité o responsable de la salud y seguridad en el proyecto	13	71	La jornada laboral incluye el período de almuerzo	60	94	Existe algún medio de información de la empresa	20	36	Recibe capacitación de manera regular	24	36	Es obligatorio el uso del equipo personal	95	79
Riesgo	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)																			
Existe comité o responsable de la salud y seguridad en el proyecto	13	71																			
La jornada laboral incluye el período de almuerzo	60	94																			
Existe algún medio de información de la empresa	20	36																			
Recibe capacitación de manera regular	24	36																			
Es obligatorio el uso del equipo personal	95	79																			
La jornada laboral incluye el período de almuerzo	60,3	93,7																			
Existe algún medio de información de la empresa	20,1	36,2																			
Recibe capacitación de manera regular	23,7	36,2																			
Es obligatorio el uso del equipo personal	94,8	79,0																			

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de riesgos ergonómicos ambientales (REA): existen varios métodos que pueden ser aplicados para identificar los riesgos ergonómicos; se evaluaron los factores ambientales, generalmente físicos, que constituyen el entorno del sistema persona-puesto trabajo; generalmente las tareas que realiza un trabajador de la construcción se realiza a la intemperie.

A continuación se presentan los resultados obtenidos y su análisis.

- Proyecto vivienda: el 100,0 % de los trabajadores indica que los niveles de vibración están dentro de los límites aceptables, el 87,1% los niveles de ventilación son adecuados, el 80,4 % que la iluminación para la actividad es suficiente, el 46,9 % que las condiciones climáticas son adecuadas y el 33,5 % que los niveles de ruido son adecuados.
- Proyecto infraestructura: el 64,0 % de los trabajadores indica que las condiciones climáticas son adecuadas, el 64,0 % que los niveles de ruido son adecuados, 60,4 % que los niveles de vibración están dentro de los límites aceptables, el 50,4 % que los niveles de ventilación son adecuados y el 21,2 % que los niveles de ruido son adecuados.

Se evaluaron los riesgos ergonómicos ambientales en cada uno de los proyectos; para esto se utilizaron métodos destinados a evaluar las condiciones de trabajo en general y útiles para proporcionar una valoración global sobre el tema. Se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos, para identificar los riesgos ergonómicos ambientales que los pueden afectar.

Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo, pueden originar situaciones de riesgo para la salud de los trabajadores, los problemas asociados a la falta de unas condiciones ergonómicas adecuadas en el trabajo están adquiriendo una importancia creciente.

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

Tabla XIII. **Resultados datos puesto evaluado. Identificación de riesgos ergonómicos ambientales (REA)**

Riesgo	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica																		
	PV	PI																			
Las condiciones climáticas son adecuadas	46,9	64,0	<p>Identificación de riesgos ergonómicos ambientales</p> <p>■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Proyecto vivienda</th> <th>Proyecto infraestructura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Las condiciones climáticas son adecuadas</td> <td>47</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Los niveles de ruido son adecuados</td> <td>34</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>La iluminación para la actividad es suficiente</td> <td>80</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Los niveles de ventilación son adecuados</td> <td>87</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Los niveles de vibración están dentro de los límites aceptables</td> <td>100</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Proyecto vivienda	Proyecto infraestructura	Las condiciones climáticas son adecuadas	47	64	Los niveles de ruido son adecuados	34	21	La iluminación para la actividad es suficiente	80	64	Los niveles de ventilación son adecuados	87	50	Los niveles de vibración están dentro de los límites aceptables	100	64
Categoría	Proyecto vivienda	Proyecto infraestructura																			
Las condiciones climáticas son adecuadas	47	64																			
Los niveles de ruido son adecuados	34	21																			
La iluminación para la actividad es suficiente	80	64																			
Los niveles de ventilación son adecuados	87	50																			
Los niveles de vibración están dentro de los límites aceptables	100	64																			
Los niveles de ruido son adecuados	33,5	21,2																			
La iluminación para la actividad es suficiente	80,4	64,0																			
Los niveles de ventilación son adecuados	87,1	50,4																			
Los niveles de vibración están dentro de los límites aceptables	100,0	64,0																			

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de condiciones de seguridad: la construcción es el sector en que los trabajadores se encuentran más expuestos a riesgos de accidente; las consecuencias de un accidente en construcción son graves, incluso mortal en muchos casos; existen

varios métodos que pueden ser aplicados para identificar las condiciones de seguridad en el proyecto. A continuación se presentan los resultados obtenidos y su análisis.

- Proyecto vivienda: el 94,8 % de los trabajadores indica tener un ambiente físico trabajo adecuado, el 87,1 % caída de objetos en manipulación, el 73,7 % pisadas sobre objetos o materiales punzantes, el 73,7 % cortes con objetos y herramientas, el 60,3 % cortes con objetos y herramientas, el 53,6 % posibilidades a accidentarse durante la realización de sus tareas, el 53,6 % caídas de personas el mismo nivel, el 46,9 % caída de personas a distinto nivel, el 46,9 % choques contra objetos inmóviles, el 46,9 % proyección de partículas y el 6,7 % choques contra objetos móviles.
- Proyecto infraestructura: el 93,0 % de los trabajadores indica cortes con objetos y herramientas, el 79,0 % posibilidades a accidentarse durante la realización de sus tareas, el 79,0 % caída de objetos en manipulación, el 79,0% cortes con objetos y herramientas, el 79,0 % choques contra objetos móviles, el 71,3 % caída de personas a distinto nivel, el 71,3 % pisadas sobre objetos o materiales punzantes, el 71,3 % choques contra objetos inmóviles, el 71,3 % ambiente físico trabajo adecuado, el 64,0 % proyección de partículas y el 43,2 % caídas de personas el mismo nivel.

Se evaluaron las condiciones de seguridad en cada uno de los proyectos; se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos para identificar las condiciones de seguridad en el proyecto que los pueden afectar. Actualmente, están establecidos dos tipos de soluciones para reducir la magnitud de los factores de riesgo: controles de ingeniería y administrativos.

Tabla XIV. Resultados datos puesto evaluado. Identificación de condiciones de seguridad

Riesgo	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica																																				
	PV	PI																																					
Posibilidades a accidentarse durante la realización de sus tareas	53,6	79,0	<p>Identificación de condiciones de seguridad</p> <p>■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> <table border="1"> <caption>Data for the bar chart</caption> <thead> <tr> <th>Riesgo</th> <th>Proyecto vivienda (%)</th> <th>Proyecto infraestructura (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Posibilidades a accidentarse...</td> <td>54</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Caída de persona a distinto nivel</td> <td>47</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>Caídas de personas el mismo nivel</td> <td>54</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Caída de objetos en manipulación</td> <td>87</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Pisadas sobre objetos o materiales punzantes</td> <td>74</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>Cortes con objetos y herramientas</td> <td>60</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Choques contra objetos inmóviles</td> <td>47</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>Choques contra objetos móviles</td> <td>7</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Cortes con objetos y herramientas</td> <td>74</td> <td>93</td> </tr> <tr> <td>Proyección de partículas</td> <td>47</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Ambiente físico trabajo adecuado</td> <td>95</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>	Riesgo	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)	Posibilidades a accidentarse...	54	79	Caída de persona a distinto nivel	47	71	Caídas de personas el mismo nivel	54	43	Caída de objetos en manipulación	87	79	Pisadas sobre objetos o materiales punzantes	74	71	Cortes con objetos y herramientas	60	79	Choques contra objetos inmóviles	47	71	Choques contra objetos móviles	7	79	Cortes con objetos y herramientas	74	93	Proyección de partículas	47	64	Ambiente físico trabajo adecuado	95	71
Riesgo	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)																																					
Posibilidades a accidentarse...	54	79																																					
Caída de persona a distinto nivel	47	71																																					
Caídas de personas el mismo nivel	54	43																																					
Caída de objetos en manipulación	87	79																																					
Pisadas sobre objetos o materiales punzantes	74	71																																					
Cortes con objetos y herramientas	60	79																																					
Choques contra objetos inmóviles	47	71																																					
Choques contra objetos móviles	7	79																																					
Cortes con objetos y herramientas	74	93																																					
Proyección de partículas	47	64																																					
Ambiente físico trabajo adecuado	95	71																																					
Caída de persona a distinto nivel	46,9	71,3																																					
Caídas de personas el mismo nivel	53,6	43,2																																					
Caída de objetos en manipulación	87,1	79,0																																					
Pisadas sobre objetos o materiales punzantes	73,7	71,3																																					
Cortes con objetos y herramientas	60,3	79,0																																					
Choques contra objetos inmóviles	46,9	71,3																																					
Choques contra objetos móviles	6,7	79,0																																					
Cortes con objetos y herramientas	73,7	93,0																																					
Proyección de partículas	46,9	64,0																																					
Ambiente físico trabajo adecuado	94,8	71,3																																					

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de carga física trabajo: la construcción es una de las ramas de ocupación que más demanda física requiere, lo que puede generar molestias musculoesqueléticas; existen varios métodos que pueden ser aplicados para identificar la carga física trabajo en el proyecto. A continuación se presentan los resultados obtenidos y su análisis.
 - Proyecto vivienda: el 94,8 % de los trabajadores indica tener un ambiente físico trabajo adecuado, el 87,1 % caída de objetos en manipulación, el 73,7 % pisadas sobre objetos o materiales punzantes, el 73,7 % cortes con objetos y herramientas, el 60,3 % cortes con objetos y herramientas, el 53,6 % posibilidades a accidentarse durante la realización de sus tareas, el 53,6 % caídas de personas el mismo nivel, el 46,9 % caída de personas a distinto nivel, el 46,9 % choques contra objetos inmóviles, el 46,9 % proyección de partículas y el 6,7 % choques contra objetos móviles.
 - Proyecto infraestructura: el 93,0 % de los trabajadores indica cortes con objetos y herramientas, el 79,0 % posibilidades a accidentarse durante la realización de sus tareas, el 79,0 % caída de objetos en manipulación, el 79,0 % caída de objetos en manipulación, el 79,0 % cortes con objetos y herramientas, el 79,0 % choques contra objetos móviles, el 71,3 % caída de personas a distinto nivel, el 71,3 % pisadas sobre objetos o materiales punzantes, el 71,3 % choques contra objetos inmóviles, el 71,3 %

ambiente físico trabajo adecuado, el 64,0 % proyección de partículas y el 43,2 % caídas de personas el mismo nivel.

Se evaluó la carga física trabajo en cada uno de los proyectos; para esto se utilizaron métodos destinados a evaluar las condiciones de trabajo en general y útiles para proporcionar una valoración global sobre el tema. Se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos para identificar la carga física trabajo; actualmente, están establecidos dos tipos de soluciones para reducir la magnitud de los factores de riesgo: controles de ingeniería y administrativos.

Tabla XV. **Resultados datos puesto evaluado. Identificación de carga física trabajo**

Riesgo	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica																											
	PV	PI																												
Adoptar posturas forzadas, dolorosas o fatigantes	94,8	64,0	<p>Identificación de carga física trabajo</p> <p>■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> <table border="1"> <caption>Data for the bar chart</caption> <thead> <tr> <th>Riesgo</th> <th>Proyecto vivienda (%)</th> <th>Proyecto infraestructura (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adoptar posturas forzadas, dolorosas o fatigantes</td> <td>95</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Estar de pie sin andar</td> <td>54</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Estar sentado sin levantarse</td> <td>47</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Levantar o mover cargas pesadas</td> <td>87</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Levantar o mover personas</td> <td>7</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Aplicar fuerzas importantes</td> <td>60</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Repetir los mismos movimientos de manos/ brazos</td> <td>100</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Uso de herramienta manual que le resulta incómoda</td> <td>27</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>	Riesgo	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)	Adoptar posturas forzadas, dolorosas o fatigantes	95	64	Estar de pie sin andar	54	64	Estar sentado sin levantarse	47	29	Levantar o mover cargas pesadas	87	79	Levantar o mover personas	7	43	Aplicar fuerzas importantes	60	79	Repetir los mismos movimientos de manos/ brazos	100	79	Uso de herramienta manual que le resulta incómoda	27	71
Riesgo	Proyecto vivienda (%)	Proyecto infraestructura (%)																												
Adoptar posturas forzadas, dolorosas o fatigantes	95	64																												
Estar de pie sin andar	54	64																												
Estar sentado sin levantarse	47	29																												
Levantar o mover cargas pesadas	87	79																												
Levantar o mover personas	7	43																												
Aplicar fuerzas importantes	60	79																												
Repetir los mismos movimientos de manos/ brazos	100	79																												
Uso de herramienta manual que le resulta incómoda	27	71																												
Estar de pie sin andar	53,6	64,0																												
Estar sentado sin levantarse	46,9	29,5																												
Levantar o mover cargas pesadas	87,1	79,3																												
Levantar o mover personas	6,3	43,0																												
Aplicar fuerzas importantes	60,3	79,3																												
Repetir los mismos movimientos de manos/ brazos	100,0	79,3																												
Uso de herramienta manual que le resulta incómoda	26,8	71,4																												

Fuente: elaboración propia.

- Identificación de condiciones de salud: existen varios métodos que pueden ser aplicados para identificar las condiciones de salud en el proyecto. Este factor es uno de los que más influyen en la continuidad de los trabajadores en el sector de la construcción. A continuación se presentan los resultados obtenidos y su análisis.
 - Proyecto vivienda: el 13,4 % de los trabajadores indica que en los pasados cinco años sufrió algún accidente de trabajo, el 26,8 % ha sufrido fracturas o esguinces en el trabajo, el 67,0 % durante la jornada de trabajo adopta posturas de trabajo forzadas o incómodas de manera repetida o prolongada, el 67,0 % ha experimentado dolor, cosquilleo, adormecimiento o pérdida de la fuerza en los músculos o pérdida del movimiento en las articulaciones, sobre el cual piensa que está relacionado con el trabajo, el 13,4 % ha sido suspendido por este tipo de dolencias en su trabajo.
 - Proyecto infraestructura: el 13,4 % de los trabajadores indica que en los pasados cinco años sufrió algún accidente de trabajo, el 26,8 % ha sufrido fracturas o esguinces en el trabajo, el 67,0 % durante la jornada de trabajo adopta posturas de trabajo forzadas o incómodas de manera repetida o prolongada, el 67,0 % ha experimentado dolor, cosquilleo, adormecimiento o pérdida de la fuerza en los músculos o pérdida del movimiento en las articulaciones, sobre el cual piensa que está relacionado con el trabajo, el 13,4 % ha sido suspendido por este tipo de dolencias en su trabajo.

Se evaluaron las condiciones de salud en cada uno de los proyectos; para esto se utilizaron métodos destinados a evaluar las condiciones de trabajo en general; se observa cierta dificultad por parte de los trabajadores de los dos proyectos para identificar las condiciones de salud. Actualmente, están establecidos dos tipos de soluciones para reducir la magnitud de los factores de riesgo: controles de ingeniería y administrativos.

Tabla XVI. **Resultados datos puesto evaluado. Identificación de condiciones de salud**

Riesgo	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica
	PV	PI	
En los pasados cinco años sufrió algún accidente de trabajo	13,4	29,0	<div style="text-align: center;"> <h3>Identificación de condiciones de salud</h3> <p>■ Proyecto vivienda ■ Proyecto infraestructura</p> </div>
¿Ha sufrido fracturas, esguinces en el trabajo?	26,8	21,3	
Durante la jornada de trabajo adopta posturas de trabajo forzadas o incómodas de manera repetida o prolongada.	67,0	43,1	
¿Ha experimentado dolor, cosquilleo, adormecimiento o pérdida de la fuerza en los músculos o pérdida del movimiento en las articulaciones?, sobre el cual usted piensa que está relacionado con el trabajo?	67,0	71,3	
¿Ha sido suspendido por este tipo de dolencias en su trabajo?	13,4	21,3	

Fuente: elaboración propia.

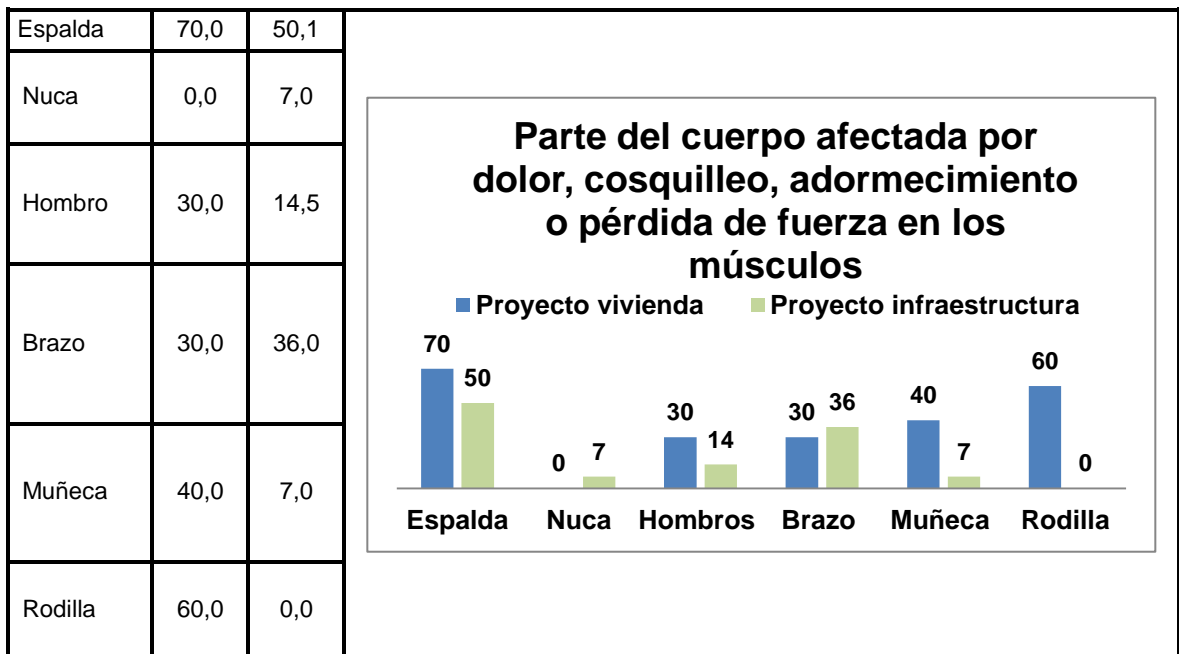
- ¿Ha experimentado dolor, cosquilleo, adormecimiento o pérdida de la fuerza en los músculos o pérdida del movimiento en las articulaciones? Dónde.
 - Proyecto vivienda: el 70,0 % de los trabajadores indica espalda, el 60,0 % rodilla, el 40,0 % muñeca, el 30,0 % hombros y el 30,0 % brazos.
 - Proyecto infraestructura: el 50,1 % de los trabajadores indica espalda, el 36,0 % brazo, el 14,5 % hombro, el 7,0 % nuca y el 7,0 % muñeca.

De acuerdo a lo establecido los principales partes del cuerpo que presentan lesiones en los trabajadores de la construcción son: espalda, brazos, rodillas y muñecas.

Tabla XVII. **Resultados datos puesto evaluado. ¿Ha experimentado dolor, cosquilleo, adormecimiento o pérdida de la fuerza en los músculos o pérdida del movimiento en las articulaciones?**

Parte del cuerpo afectada	Resultados (% total de las encuestas)		Gráfica
	PV	PI	

Continuación de la tabla XVII.



Fuente: elaboración propia.

5.4. Discusión de resultados

La selección de los proyectos de construcción evaluados se respalda en la tendencia de desarrollo que atraviesa el sector de la construcción en Guatemala. La evaluación de las condiciones de trabajo se basa en dos valorizaciones:

- La realizada por el analista a partir de los criterios establecidos
- La opinión de la persona que ocupa el puesto

En el análisis ergonómico se consideraron varios métodos, siendo el resultado final una conjunción de los resultados de varios; los métodos de evaluación ergonómica son físicos, cuantitativos y con un componente mixto de objetividad y subjetividad.

Después de realizadas las actividades de campo se presenta el análisis y evaluación de resultados; las actividades de la construcción seleccionadas y evaluadas tienen gran similitud en los proyectos bajo estudio. El estudio ergonómico permitió detectar problemas relacionados con los siguientes aspectos:

- La realización de tareas de manipulación manual de cargas
- La realización de tareas repetitivas
- La adopción de posturas de trabajo forzadas
- El uso inadecuado de máquinas y herramientas

5.5. Acciones preventivas sugeridas

La actividad laboral del ser humano ocupa un tercio de vida durante su etapa activa, en los últimos años los problemas asociados a unas condiciones ergonómicas inadecuadas del trabajo, están adquiriendo una importancia creciente.

Las mejoras ergonómicas reducen las demandas físicas del trabajo, dando como resultado menos lesiones o dolencias relacionadas con el trabajo. Muchas de estas soluciones son sencillas y de fácil aplicación; otras pueden ser más complejas.

5.5.1. De carácter general

Para reducir los riesgos ergonómicos identificados hay que tomar una serie de medidas en general en todo el lugar de trabajo para evitar, por lo menos, la gravedad de los mismos.

La construcción es un sector en el cual el trabajador, dentro de una misma obra, puede realizar trabajos de diversa entidad: un mismo trabajador puede colaborar tanto en el vertido del concreto como en la colocación de azulejos. Se presentan algunas formas simples y económicas de llevar a cabo las actividades del sector de la construcción de una manera más sencilla, cómoda y adecuada a las necesidades del cuerpo humano.

- Es de gran importancia que todo el personal esté formado en la materia; que permita motivar a cambios en su comportamiento y en la forma que realizan sus labores diarias.
- Desarrollo de un plan escrito: se recomienda contar con un plan escrito del programa ergonómico que sea desarrollado. El plan podrá contener entre otras:
 - Metas de seguridad y salud para el área.
 - Metas operativas.
 - Mecanismos para que el empleado pueda enrolarse al programa ergonómico.

- Medios para dirigir problemas ergonómicos presentes en el área.
- Medios para prevenir futuros problemas ergonómicos en las actividades diarias.
- Mantener el lugar de trabajo limpio y ante todo ordenado para evitar que el trabajador tenga que hacer desplazamientos innecesarios para tener que recoger los materiales y transportarlos durante mucho tiempo.
- De preferencia almacenar los materiales entre la altura de las muñecas y los hombros (evitar tener el material en el suelo), se puede utilizar palets o plataformas como zona de acopio para garantizar esta premisa.
- En la realización de ejercicios de calentamiento y estiramiento antes de iniciar la jornada laboral (10 minutos) se recomienda incluir: piernas, rodillas y caderas, espalda, brazos (hombros, codos y muñecas), cuello y cabeza.
- Evitar elevar los brazos por encima de los hombros, colocando al trabajador sobre alguna plataforma o escalera para acercarse al nivel de trabajo. Es recomendable hacer breves paradas cada cierto tiempo para relajar la zona del cuello y brazos.
- Cuando se manipulen las cargas pesadas se deberán utilizar medios mecánicos de preferencia, en caso de no ser posible el trabajador debería tener la ayuda de otro compañero para que la carga se divida entre los dos.

- Cuando se manejen cargas, reducir las distancias también es muy importante. Es recomendable hacer breves paradas cada cierto tiempo para relajar la zona del cuello y los brazos.
- Para los trabajos que se deban realizar a ras de suelo, el trabajador deberá llevar las debidas protecciones (rodilleras acolchadas). Es recomendable hacer breves paradas cada cierto tiempo para estirar las piernas y la espalda.
- Todo trabajador que maneje maquinaria y herramientas deberá estar capacitado, autorizado y tener práctica en su uso.
- Todos los equipos utilizados cumplirán con las especificaciones y normativa correspondiente.
- Iluminación: en el sector de la construcción habitualmente suele ser complicado tener condiciones de iluminación adecuadas durante todo el tiempo de trabajo ya que en la mayoría de las ocasiones se suele depender de la luz natural.
- Temperatura: en el sector de la construcción este aspecto es especialmente problemático ya que normalmente no se puede controlar la temperatura. El trabajador, durante el desarrollo de las diversas fases de una obra, puede estar sometido a condiciones ambientales muy variables y extremas.
- Ruido: el ruido generado por muchas máquinas puede ser perjudicial para la seguridad y salud de los trabajadores. Un nivel de ruido elevado

puede afectar la audición, interferir en la comunicación y causar accidentes por enmascaramiento de las señales de alarma.

- Equipos de protección individual: deben ser adecuados al trabajador y de mantenimiento sencillo. Es importante que los equipos sean confortables y que permitan una adecuada movilidad del trabajador para que sean aceptados por este, ya que de esta manera está asegurada su utilización (seleccionar equipos ligeros).

Para poder evitar un riesgo o reducirlo hasta que sus consecuencias sean lo más leves posibles hay que identificar la causa primera que provoca la materialización de un accidente. En el trabajo se evaluó la situación actual de los riesgos y lesiones de carácter ergonómico en la construcción a través del análisis de dos proyectos de construcción (vivienda e infraestructura).

5.5.2. De acuerdo a los resultados

Una mejora es realizar una reforma a una actividad, la cual genera resultados superiores a la operación actual; una mejora ergonómica consiste en brindar un incremento a las operaciones diarias tanto de eficiencia, como cuidando la salud y seguridad del personal que las realiza. El tipo de trabajo desarrollado no permite determinar con precisión la carga a la cual está sometido el trabajador; por tal motivo, los resultados obtenidos son considerados netamente representativos.

Se basan en la interpretación de los resultados obtenidos en el diagnóstico, deben tomarse en cuenta el nivel de riesgo de las tareas y sus características más sensibles a la aplicación de mejoras ergonómicas prácticas. Para realizar los cambios puede ser necesaria la participación y aprobación del

arquitecto, ingeniero, dueño de la obra o contratista general.

- Actividades realizadas al nivel del piso o del suelo: las labores efectuadas al nivel del piso o suelo no pueden ser eliminadas de las actividades de la construcción, pero es posible cambiar la forma en que se realizan de tal manera que el cuerpo las pueda hacer más fácilmente (reducir el nivel de tensión en la espalda, las rodillas y otras partes del cuerpo; disminuir la frecuencia y duración de la tensión en el cuerpo). Algunas soluciones para realizar actividades al nivel del piso con menos riesgo de lesiones son:
 - Cambio de materiales o procesos de trabajo: uso de materiales, componentes para la construcción o métodos de trabajo que requieran menos esfuerzo físico del trabajador, de tal manera que tomen menos tiempo y por consiguiente el trabajador permanezca arrodillado o encorvado por períodos más cortos.
 - Cambio de herramientas o equipo: uso de herramientas con mangos de extensión que le permitan permanecer de pie mientras realiza actividades al nivel del piso.
 - Cambio en las reglas de trabajo y capacitación: uso de bancos y mesas de trabajo o caballetes para levantar los materiales, que los materiales no se almacenen en el piso, uso de almohadillas para las rodillas u otro tipo de protección, capacitación en el tema.
- Actividades que requieren movimientos por encima de la cabeza: en algunos trabajos de construcción se necesita realizar actividades que

requieren movimientos por encima de la cabeza, estos aumentan el riesgo de sufrir lesiones si realiza este tipo de trabajo a menudo y por períodos largos.

Estas labores no pueden ser eliminadas de la actividad de la construcción, pero es posible cambiar la forma en que se realizan de tal manera que el cuerpo las pueda ejecutar más fácilmente. Algunas soluciones para realizar actividades que requieren movimientos por encima de la cabeza con menos riesgo de lesiones son:

- Cambio de materiales o procesos de trabajo: uso de materiales, componentes para la construcción o métodos de trabajo que requieran menos esfuerzo físico del trabajador.
- Cambio de herramientas o equipo: uso de extensiones de barrenas para taladros y pistolas de tornillos, uso de elevadores o montacargas mecánicos para levantar y colocar los materiales de construcción, en vez de hacerlo manualmente.
- Cambio en las reglas de trabajo y capacitación: fomentar el uso de equipos como extensiones, elevadores y montacargas; establecer reglas para limitar el tiempo que los trabajadores dedican a la realización de estas tareas y capacitación en el tema.
- Levantar, sostener y manipular materiales: los trabajadores ocupan bastante tiempo en este tipo de actividades. La manipulación de materiales es todavía una actividad común en el sector de la construcción, sin embargo es posible cambiar la forma en que se realiza de tal manera que se pueda hacer más fácilmente. Algunas soluciones

para levantar, sostener y manipular materiales con menos riesgo de lesiones son:

- Cambio de materiales o procesos de trabajo: uso de materiales, componentes para la construcción o métodos de trabajo que requieran menos esfuerzo físico del trabajador. Hay otros materiales que se pueden manipular sin requerir de mucho esfuerzo físico, mantener posturas forzadas o realizar movimientos repetitivos.
- Cambio de herramientas o equipo: contar con equipo para el manejo de materiales de diferentes formas en la construcción; se pueden utilizar elevadores mecánicos, hidráulicos y de mecanismo al vacío en una variedad de estilos y tamaños. Algunos permiten colocar los componentes y materiales en una forma relativamente fácil.
- Cambio en las reglas de trabajo y capacitación: los contratistas pueden requerir que los materiales se guarden a alturas convenientes y no sobre el piso, y que se transporten en su mayoría mediante el uso de equipos mecánicos; una mejor planeación de las áreas destinadas para descargar y almacenar los materiales y capacitación en el tema.
- Trabajos con actividades manuales intensas: los trabajadores de la construcción generalmente pasan mucho tiempo agarrando las herramientas o materiales con una o ambas manos, estas actividades puede requerir mucho esfuerzo físico y repetitivo. Las labores manuales intensas no pueden ser eliminadas de las actividades de la construcción,

pero es posible cambiar la forma en que se realizan de tal manera que el cuerpo las pueda ejecutar más fácilmente.

Algunas soluciones generales para realizar trabajos con actividades manuales intensas con menos riesgo de lesiones son:

- Cambio de materiales o procesos de trabajo: uso de materiales, componentes para la construcción o métodos de trabajo que requieran menos esfuerzo físico del trabajador.
- Cambio de herramientas o equipo: si el trabajo requiere de frecuentes actividades manuales intensas, a menudo se puede sustituir la herramienta manual por una motorizada; también se pueden usar herramientas que han sido mejoradas ergonómicamente.
- Cambio en las reglas de trabajo y capacitación: los contratistas pueden impulsar el uso de herramientas y equipos ergonómicos; escoger la herramienta adecuada para el trabajo y capacitación en el tema.
- Análisis de riesgos ergonómicos: su importancia es identificar desórdenes oseomusculares potenciales en el puesto; el sector de la construcción utiliza multitud de herramientas y maquinaria para posibilitar y facilitar la ejecución de los trabajos. Para llevar un mejor control sobre los empleados acerca de estos problemas, pueden tomarse en cuenta los siguientes elementos:

- Revisiones médicas y de seguridad periódicas para determinar los tipos de problemas y cuantos existen actualmente.
- Dirigir y levantar informes constantes a los empleados, para llevar un record de quejas acerca de fatigas o malestares en las actividades diarias.
- Usando una simple observación diaria a las actividades en el área, o auditorías diarias utilizando *checklists* para la determinación de posibles desórdenes oseomusculares en el trabajo.

CONCLUSIONES

1. El sector de la construcción es un sector con alto nivel de siniestralidad, dada la alta peligrosidad de los trabajos que se realizan; a menudo no se ponen en práctica las normas de seguridad y esto es un factor que contribuye al alto porcentaje de accidentes que ocurren.
2. Los riesgos relacionados con la ergonomía están siempre presentes en el sector de la construcción; la ergonomía es una cultura que se debe poner en práctica en toda tarea que se realiza diariamente y en cualquier área de trabajo que se haga de manera repetitiva.
3. Con base en el estudio realizado se realizan propuestas para solucionar los problemas identificados a nivel ergonómico, ya sean soluciones de ingeniería, de índole administrativo y/o de equipos de protección individual.
4. Un desorden musculoesquelético es un daño que afecta a los huesos, músculos y otras partes del cuerpo y que se relaciona con los tejidos de las articulaciones (músculos, tendones, huesos, ligamentos o discos intervertebrales). Los factores más influyentes en los problemas musculoesqueléticos son: riesgos físicos, organizaciones y ambientales.
5. Los trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de la construcción son una de las principales enfermedades profesionales. Más de la mitad de las enfermedades y lesiones producidas en el sector de la construcción son debidos a trastornos musculoesqueléticos.

6. Es importante que en los proyectos de construcción se supervise y regule, el uso del equipo de protección personal según las actividades y el entorno de trabajo.
7. La formación e información recibida por el trabajador a la hora de realizar sus labores pueden reducir, sino totalmente, en un alto porcentaje la materialización de los riesgos ergonómicos en una enfermedad o en un accidente.
8. En el área de la ergonomía las normas o regulaciones que existen generalmente se elaboran en los organismos internacionales.
9. Con la realización de este trabajo de graduación se ha logrado resaltar la importancia que tienen la seguridad e higiene, y la ergonomía en la industria de la construcción.

RECOMENDACIONES

1. Tomar conciencia en las empresas de construcción sobre la importancia que tiene la ergonomía como disciplina que estudia el trabajo humano, optimizando las capacidades físicas y mentales del hombre.
2. Realizar otros estudios ergonómicos, en otros campos de la ergonomía en la construcción, dando prioridad a los aspectos determinados como significativos en este trabajo.
3. Brindar a todos los trabajadores la instrucción y formación acerca de las disposiciones generales, en materia de seguridad y salud habituales en cada proyecto.
4. En los proyectos facilitar a cada trabajador, al comenzar un nuevo empleo y al cambiar de ocupación, un ejemplar de los reglamentos, normas y procedimientos de seguridad y salud pertinentes.
5. El trabajo que se realizó puede ser utilizado como base para ampliar la seguridad laboral en los trabajadores de la construcción, ya que en este se desarrollan temas de gran relevancia para la construcción.
6. Tener en cuenta que en el tiempo se le deberá dar una mejora continua a las propuestas realizadas, buscando que el responsable tenga en cuenta las variables para darle seguimiento a las propuestas de solución.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBERS, James T. *Soluciones simples: soluciones ergonómicas para trabajadores de la construcción*. Estados Unidos: Departamento de Salud y Servicios Humanos, 2007. 92 p.
2. ÁNGEL PÉREZ, Santiago Miguel. *Prevención de enfermedades derivadas del trabajo en la construcción*. Argentina: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Médicas, 2003. 38 p.
3. ARIAS FLOREZ, Hoover Enrique. *Seguridad industrial e higiene en la construcción de edificaciones*. Ecuador: Universidad de Sucre, 2008. 95 p.
4. AYALA GUERRA, Óscar Yovany. *Inaplicabilidad de las disposiciones del Convenio 167, de la Organización Internacional del Trabajo, sobre seguridad y salud en la construcción, en el ámbito laboral guatemalteco*. Trabajo de graduación de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, 2008. 138 p.
5. CERDA, Eduardo. *Programa de ergonomía aplicada a obras de construcción y montaje industrial. El proyecto ErgoSK*. Chile: Ingeniería y construcción SIGDO KOPPERS, sf. 35 p.

6. *Conceptos ergonomía.* [en línea].
<http://www.ingenieria.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Conceptos_basicos_Ergonomia.> [Consulta: 20 de agosto de 2013].
7. DÁVILA ELÍAS, Edgar Alejandro. *Actualidad y desarrollo del uso del vidrio en la construcción.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 94 p.
8. DELGADO DÍAZ, Jayro. *Ergonomía física en obra: lesiones producidas e instrumentos para mejorarla.* España: Universidad Politécnica de Valencia, Ingeniería de Edificación, 2011. 56 p.
9. *Derecho laboral.* [en línea].
<<http://temasdederecho.wordpress.com/2012/06/04/el-riesgo-ocupacional-accidente-de-trabajo-y-enfermedad-ocupacional.>>
[Consulta: 22 de septiembre de 2013].
10. DONIS GÓMEZ, Areli Betzabé. *Higiene y seguridad en obra civil en la ciudad de Guatemala, y legislación aplicable.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2008. 279 p.
11. *Ergonomía.* [en línea]. <<http://books.google.com.gt/books.>> [Consulta: 11 de noviembre de 2013].

12. Fundación Laboral de la Construcción, Instituto de Biomecánica de Valencia. *Desarrollo de herramientas de formación/información de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción y promoción del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales*. España: FLC, 2007. 164 p.
13. ISLAS REYES, Daniel. *Evaluación de las prácticas ergonómicas en una empresa manufacturera mediante la aplicación del método LEST*. México: Instituto Politécnico Nacional, 2012. 100 p.
14. MARTÍNEZ RADA, Sofía. *Ergonomía en construcción: su importancia con respecto a la seguridad*. España: Universidad Pública de Navarra, 2013. 76 p.
15. MELO, José Luis. *Ergonomía práctica: guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo*. Argentina: Fundación MAPFRE, 2009. 196 p.
16. MONTES DE OCA, Miguel Ángel. *Diagnóstico ergonómico de los trabajadores en la industria de la construcción*. México: Instituto Politécnico Nacional, 2007. 187 p.
17. Oficina Internacional del Trabajo. *Seguridad y salud en la construcción: repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT*. Ginebra: OIT, 1992. 142 p.
18. PELLICER ARMIÑANA, Eugenio; SERÓN GÁÑEZ, José Bernardo. *El proyecto de ingeniería civil y el medio ambiente*. I Congreso de

Ingeniería Civil, territorio y medio ambiente. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2005. 12 p.

19. *Salud y seguridad.* [en línea]. <<http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales>> [Consulta: 11 de septiembre de 2013].
20. *Seguridad en obra.* [en línea]. <<http://www.monografias.com/trabajos93/equipos-proteccion-personal/equipos-proteccion-personal>> [Consulta: 11 de septiembre de 2013].
21. SOLARES HERNÁNDEZ, Carlos Ramiro. *Propuesta de un proceso ergonómico en el almacenamiento de camas del área de producto terminado, en una industria manufacturera de sistemas para el descanso.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 120 p.
22. TARACENA JIMÉNEZ, Walfred Elías. *Seguridad e higiene en la industria de la construcción.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 174 p.
23. ZALABARDO BOSCH, Imma. *Metodología para el rediseño ergonómico de puestos de trabajo en el sector de la construcción.* España: Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Organización de Empresas. 107 p.