

**Gestión de riesgos biomecánicos en obras de construcción utilizando Sistemas de
Información Geográfica**

Elsa Camila Melo Cepeda y Milton Armando Tapias Pinzón

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

Director

D.I. Sandra Marcela Duran Rojas

Magíster en Ergonomía

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Civil

2022

Agradecimientos

Durante varios años hemos trabajado a lo largo de este proyecto que hoy culmina de forma exitosa, queremos agradecer a Dios por bendecirnos, guiarnos al éxito de cualquier meta que nos proponamos y ayudarnos a superar cada dificultad presente en nuestra vida. A nuestros padres por brindarnos la mejor educación y las mejores enseñanzas de vida para enfrentarnos a un mundo lleno de retos. Y en Especial yo Elsa Camila, quiero agradecerle a mi abuela materna por estar en todos mis logros estudiantiles, por confiar y creer en mis conocimientos, guiándome y aconsejándome en cada paso que di.

Queremos agradecer a nuestra directora D.I Sandra Marcela Duran Rojas, que desde que nos integramos al semillero de investigación hasta la culminación de este proyecto, apoyó nuestras ideas y nos guio en cada proceso académico, de igual forma agradecer a la Universidad Santo Tomas por haber compartido los conocimientos que hoy nos hacen ser ingenieros civiles.

Finalmente, esta tesis la dedicaremos a nuestros padres que fueron los que creyeron en nuestras expectativas, por los valores, consejos y principios que nos han inculcado a lo largo de estos años.

Contenido

Introducción	13
1. Gestión de riesgos biomecánicos en obras de construcción utilizando Sistemas de Información Geográfica.....	15
1.1 Formulación del Problema	15
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
2 Marco Referencial	20
2.1 Gestión de Riesgos.....	20
2.2 Métodos de evaluación ergonómica.....	21
2.2.1 Riesgos prioritarios	21
2.2.2 Valoración del riesgo	23
2.3 Trastornos Musco-Esqueléticos	24
2.3.1 Características de los trastornos musco-esqueléticos producidos en el trabajo.....	25
2.3.2 Clasificación de los trastornos musco- esqueléticos.....	25
2.3.3 Las principales patologías son:	28
2.4 Niveles de Evaluación ergonómica	28
2.4.1 Nivel Básico.....	29
2.4.2 Nivel Avanzado	29
2.5 Cuestionario Nórdico	30

2.5.1	Detección de trastornos musculoesqueléticos en un contexto de intervención ergonómica	30
2.5.2	Atención en servicios de salud ocupacional o de prevención de riesgos.....	31
2.5.3	Ventajas y Desventajas del Cuestionario Nórdico.....	31
2.6	Factores de Riesgo	33
2.6.1	Factores de Riesgos Individuales.....	33
2.6.2	Factores de Riesgo ligados a la condición de trabajo	33
2.6.3	Factores de Riesgo Psicosocial	34
2.7	Factores de riesgo determinados por la GATISST.....	34
2.7.1	Riesgo derivado de la carga	34
2.7.2	Riesgo derivado de la postura	35
2.7.3	Riesgo derivado de la fuerza.....	35
2.7.4	Riesgo derivado del movimiento	36
2.7.5	Aspectos Psicosocial.....	36
2.8	Características de los factores de riesgo para los TME.....	36
2.8.1	Características de la carga.....	36
2.8.2	Características de las tareas en obra.....	37
2.8.3	Características individuales	37
2.8.4	Características del entorno.....	37
2.9	Normativa del Proyecto.....	38
2.9.1	Normativa Nacional	38
2.9.2	Normativa Internacional	40
2.10	Sistemas de Información Geográfico	42

2.10.1	Ventajas de los SIG.....	43
2.10.2	Desventajas de los SIG	43
3	Metodología.....	44
3.1	Desarrollo Metodológico.....	45
3.2	Fases de la Metodología.....	48
4	Desarrollo	50
5	Resultados.....	70
5.1	Datos generales	73
5.2	Cuestionario Nórdico	75
5.3	Ficha de evaluación ergonómica.....	77
5.4	Administrador Web	78
5.4.1	Ventanas de Analizar	79
5.4.2	Ventana de Datos	81
6	Conclusiones.....	82
	Referencias.....	84

Tabla de tablas**Tabla 1** *Desarrollo Metodológico de proyecto en base a sus objetivos y la actividad**correspondiente..... 45***Tabla 2** *Ecuaciones de búsqueda..... 51*

Tabla de figuras

Figura 1. <i>Revisión Bibliográfica</i>	51
Figura 2. <i>Fases de la metodología</i>	50
Figura 3. <i>Ecuación con mayor relevancia</i>	52
Figura 4. <i>Documentos por País</i>	53
Figura 5. <i>Documentos por año</i>	54
Figura 6. <i>Documentos por área de estudio</i>	54
Figura 7. <i>Cuestionario Nórdico</i>	64
Figura 8. <i>Borrador del Formulario</i>	65
Figura 9. <i>ArcGIS Survey 123</i>	66
Figura 10. <i>ArcGIS Survey 123 connect</i>	66
Figura 11. <i>Diseño Xlsform</i>	67
Figura 12. <i>Borrador a Excel</i>	68
Figura 13. <i>Formato XLS</i>	68
Figura 14. <i>Opción Múltiple de Respuesta</i>	69
Figura 15. <i>Encuesta en el dispositivo</i>	69
Figura 16. <i>Publicación de la encuesta</i>	70
Figura 17. <i>Grafico de resultados</i>	71
Figura 18. <i>Encuesta de sintomatología</i>	73
Figura 19. <i>Parámetros de la encuesta</i>	74
Figura 20. <i>Lugar de trabajo</i>	75
Figura 21. <i>Datos específicos</i>	75
Figura 22. <i>Opciones de respuesta</i>	76

Figura 23. <i>Riesgo Ergonómico</i>	77
Figura 24. <i>Carga Física</i>	77
Figura 25. <i>Equipo en el puesto de trabajo</i>	78
Figura 26. <i>Administrador web Survey 123</i>	79
Figura 27. <i>Ventana de Analizar</i>	80
Figura 28. <i>Visualización de respuestas en mapas</i>	80
Figura 29. <i>Ventana de datos</i>	81
Figura 30. <i>Especificación de respuestas por persona</i>	82

Resumen

La siguiente investigación se focalizó en el desarrollo de una herramienta que contribuye a la gestión del riesgo biomecánico en el sector de la construcción, que permite realizar una valoración inicial de este tipo de riesgo. El punto de partida fue la revisión sistemática de literatura para establecer los métodos de evaluación ergonómica que permitieron seleccionar una herramienta de valoración ergonómica para una fase inicial de estudio y el Cuestionario Nórdico para identificar sintomatología osteomuscular. Esto hizo posible desarrollar una encuesta en el Software Survey 123 que hace parte de ArcGis, el cual es un sistema de información geográfico. Esta herramienta de recolección de datos está basada en el Cuestionario Nórdico, en la cual se incorporó la identificación de las áreas de trabajo, las actividades desarrolladas en obra y la identificación de la sintomatología osteomuscular, dando como resultado un cuestionario, que evalúa en una fase inicial la valoración del riesgo ergonómico en los puestos de trabajo. Una de las metas del proyecto fue desarrollar cuestionarios de forma dinámica y de fácil comprensión para los trabajadores del sector de la construcción; mediante esta, se puede situar la ubicación geográfica del trabajador, además, en cuanto a la recolección de datos se hace de una forma rápida, ya que se utilizan dispositivos móviles en campo para cada trabajador. La herramienta puede ser utilizada en cualquier obra de construcción permitiendo a las empresas llevar un control sobre la identificación de los síntomas osteomusculares de los trabajadores y la valoración inicial del riesgo ergonómico en cualquier momento y cualquier lugar apoyado en su ubicación espacial.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, sector de la construcción, Riesgo biomecánico, trastorno musco esquelético, trabajador de la construcción

Abstract

The next research focused on the development of a tool that contributes to the management of biomechanical risk in the construction sector, which allows an initial assessment of this type of risk. The starting point was the systematic review of the literature to establish the ergonomic evaluation methods that allowed selecting an ergonomic evaluation tool for an initial phase of the study and the Nordic Questionnaire to identify musculoskeletal symptoms. This made it possible to develop a survey in the Survey 123 Software that is part of ArcGis, which is a geographic information system. This data collection tool is based on the Nordic Questionnaire, in which the identification of the work areas, the activities carried out on site and the identification of musculoskeletal symptoms were incorporated, resulting in a questionnaire that evaluates in one phase. initial assessment of ergonomic risk in workplaces. One of the goals of the project was to develop questionnaires in a dynamic and easy-to-understand way for workers in the construction sector; Through this, the geographical location of the worker can be located, in addition, in terms of data collection, it is done quickly, since mobile devices are used in the field for each worker. The tool can be used in any construction site, allowing companies to carry out control over the identification of musculoskeletal symptoms in workers and the initial assessment of ergonomic risk at any time and in any place supported by its spatial location.

Keywords: Geographic Information System, construction sector, biomechanical risk, musculoskeletal disorder, construction worker

Glosario

Sistema de información geográfico: es un sistema de trabajo para reunir, analizar y gestionar datos especiales, relacionado con la ciencia geográfica. Analiza la ubicación espacial y organiza diferentes capas de información para una visualización mejor, esto se hace mediante mapas y escenas 3D. Con este sistema se revela la capacidad única para el análisis de datos como patrones, relaciones y situaciones, con el fin de ayudar a los usuarios a tomar las mejores decisiones [1].

Sector de la construcción: comprende un grupo de personas de orden natural o jurídico, cuyo objetivo es colaborar o ayudar en la construcción de cualquier edificación u obra, esta persona realiza actividades en empresas pertenecientes a la industria de la construcción. Este sector es uno de las más importantes en el ámbito económico en cualquier país [2].

Riesgos biomecánicos: es la posibilidad de sufrir algún evento indeseado (accidente o enfermedad) durante la ejecución de actividades de construcción, el riesgo aumenta dependiendo de la función del tiempo de exposición y la intensidad del trabajo [3].

Trastornos Musco-esqueléticos: está relacionado con el ámbito laboral y es una lesión en los músculos (principalmente) tendones, ligamentos, nervios, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, piernas, cabeza, cuello o espalda que se produce o se agrava por el trabajo y ambiente laboral, como, por ejemplo, levantar una carga, empujar un objeto muy pesado, Los síntomas inician con el dolor en la zona afectada, hinchazón, cosquilleo y adormecimiento [4].

Ergonomía: en agosto de 2000, el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) definió ergonomía como la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres

humanos y otros elementos de un sistema, está orientada los conjuntos de elementos que interactúan entre si y que se organizan para alcanzar metas establecidas [5].

Ubicación espacial: establece diferentes posiciones en el espacio, estas pueden ser de personas y objetos presentadas en mapas y coordenadas [6].

Lesiones osteomusculares: son lesiones inflamatorias que afectan a los músculos, tendones, articulaciones. Se centran en el sistema óseo y muscular, pueden ser temporales o permanentes, las lesiones osteomusculares, están asociadas a los trastornos musco-esqueléticos que son lesiones degenerativas origen laboral que más afectan a los trabajadores. [7].

ArcGis: Software en el campo de los sistemas de información geográfica, posee un conjunto de herramientas compuestas, que permiten capturar, administrar, almacenar, y analizar información digital, esto se realiza a través de mapas y gráficos que están sujetos a análisis estadísticos [8].

1. Introducción

La seguridad en el sector de la construcción ha tenido gran relevancia en los últimos años dado que este sector crece cada vez más y el control de riesgos es más estricto y complejo; los accidentes y/o enfermedades adquiridas allí son impredecibles, cualquier trabajador está expuesto a sufrir un accidente y/o una enfermedad a causa del trabajo en obra, recibiendo de esta manera daños colaterales en la salud y posteriormente presentando el reporte ante el seguro laboral de riesgos.

Los riesgos en el sector de la construcción relacionados con el esfuerzo físico son difíciles y complicados de identificar debido a varios factores, como por ejemplo que cambian de trabajo frecuentemente y esto hace que sus labores de trabajo se modifiquen utilizando nuevas herramientas de construcción y nuevos terrenos de trabajo, dando como resultado dificultad a la hora de la identificación de los síntomas de origen osteo-muscular.

Según datos de la Federación de Aseguradores Colombianos, Fasecolda, la construcción es el tercer sector que más aporta accidentalidad y mortalidad en Colombia, generando así un grave problema para las empresas y de la misma manera a los trabajadores de la construcción, esto hace pensar que las empresas no están realizando con anticipación valoraciones de los riesgos en cada trabajador, una forma de realizar un seguimiento o valoración sobre los trabajadores es obtener una evaluación preliminar donde el trabajador pueda identificar las dolencias de tipo osteomuscular que puede presentar.

El desarrollo de la investigación es una herramienta de recolección de datos, la cual se hizo a través del software Survey 123 de ArcGIS, en él, se hizo un cuestionario que hiciera una valoración inicial del riesgo biomecánico, permitiendo evaluar la sintomatología asociada a los trastornos musco-esqueléticos en los trabajadores, Una vez se tengan los resultados, las empresas

identifican las variables de trabajo o espacio que están afectando al trabajador a través de los resultados un análisis estadístico.

Para lograr el objetivo de esta investigación se dividió en 7 etapas, iniciando con la revisión sistemática de literatura, analizando cada uno de los hallazgos, seleccionando los métodos de evaluación osteomuscular y ergonómico, para posteriormente modificarlos y adaptarlos al Sistema de Información Geográfico. En ella se logró la incorporación de las áreas y actividades en obra, identificando la herramienta en un nivel inicial.

Así mismo, la incorporación de una valoración ergonómica básica donde se tiene en cuenta el espacio de trabajo, el esfuerzo y las herramientas que utiliza cada uno de los trabajadores. El ejercicio se puso en práctica a lo largo de la investigación a través de una simulación recolectando 24 registros y de esta forma se observó el funcionamiento de todo el cuestionario en el software de Survey 123, observando el correcto manejo de la herramienta de recolección de datos por parte de los trabajadores, con el objetivo de que las empresas del sector de la construcción puedan aplicar esta metodología.

2. Gestión de riesgos biomecánicos en obras de construcción utilizando Sistemas de Información Geográfica

2.1 Formulación del Problema

La gestión de riesgos ergonómicos es el proceso de organización, planificación, dirección y control de los recursos humanos y materiales de una organización, esto con el fin de reducir al mínimo los riesgos e incertidumbres de la organización [9]. Un elemento fundamental para la gestión de los riesgos en el trabajo al interior de las organizaciones es identificar correctamente sus peligros, priorizarlos y realizar las acciones preventivas o correctivas pertinentes [10].

Colombia ha adaptado el Sistema de Gestión de riesgos de la seguridad y salud en el trabajo como un “mecanismo para la protección de los trabajadores, siendo uno de los pioneros en Latinoamérica” [10]. La seguridad y salud en el trabajo ha venido adquiriendo mayor importancia tanto para las autoridades nacionales, empresas y entidades, dado que, “por falta de gestión, se han presentado graves consecuencias sobre la salud y la vida de los trabajadores, incluidas las pérdidas materiales [10, p 83]”.

La gestión de riesgos ha hecho que se pueda evaluar los peligros y enfermedades desde diferentes puntos de vista y sectores de trabajo, esto conlleva a hablar sobre el riesgo biomecánico el cual involucra los trastornos musco-esqueléticos que se presentan en mayor proporción en las industria manufacturera, agrícola y construcción, el cual es el sector de interés en esta investigación

Los trastornos de tipo osteo-muscular presentes en los trabajadores del sector de la construcción, son dolencias que se han presentado desde siempre, pero hasta el año de 1995 se empezaron a identificar de forma más precisa cuando el sector de la construcción empezó a crecer exponencialmente, llegando a un promedio anual en el país de 17,8 millones de m² de nuevas áreas construidas. En 2019 el país concedió el permiso para otorgar a 23,1 millones de m² para la

construcción, de esta área licenciada el 80,8% se destinó para vivienda, 9,7% para comercio, 3,6% para oficinas y 27,2% para otro tipo de construcciones todos estos datos según el DANE para el año 2019, posicionándose como uno de los sectores más importantes de la economía colombiana [11].

En Colombia se empezó a estudiar los trastornos musco-esqueléticos (TME) con mayor relevancia desde principios del año 2000; a raíz de esto se pudo identificar las principales enfermedades que afectaban a los trabajadores: tendinitis del manguito rotador y bicipital, bursitis, síndrome del túnel del Carpio, tenosinovitis de Quervain, epicondilitis lateral. [12]. Para el año 2005, Colombia presentaba 23.477 casos de TME, de los cuales el 64.4% hace referencia a los hombres; se consideraba que la incidencia era de 11.6 casos por 10 .000 trabajadores, teniendo un costo directo e indirecto de \$171.7 millones de dólares. [12]. Desde el 2009, “según datos del Ministerio de Trabajo, los TME se han convertido en la principal enfermedad de origen laboral [12, p 206]”. Las estadísticas de Fasecolda demuestran que los trabajadores del sector de la construcción encabezan la lista de accidentalidad y enfermedad laboral por presencia de trastornos musculo esqueléticos; la mayor parte de los trabajos propios de la construcción podrían desencadenar la aparición de dolor o fatiga muscular en alguna parte del cuerpo del trabajador.

En este escenario, los riesgos asociados a la carga física en actividades del sector de la construcción son difíciles de identificar, y esto obedece a varios factores como el desplazamiento frecuente del trabajador en el ejercicio de sus labores, con frecuencia en superficies o terrenos con presencia de objetos, materiales y equipos en el suelo, o ubicados en zonas de difícil acceso. Es común encontrar tareas que requieren posturas forzadas por su ubicación muy cerca del suelo o en alturas que requieren la extensión de brazos o utilizar elementos para trabajo en alturas. Adicionalmente se suele cambiar frecuentemente de labor y de ubicación dentro de la misma obra

en aras de avanzar en las etapas constructivas, lo cual hace que la exposición a los factores de riesgo varíe en función de las necesidades de avance del mismo proceso constructivo.

Dentro del contexto del problema, una de las dificultades está en identificar los síntomas de origen osteo-muscular que se están presentando en el trabajador, pero que, aun no se han manifestado como una enfermedad ocasionados por factores de riesgos biomecánicos a los que se exponen los trabajadores en sus actividades en la obra.

Los trastornos musculo esqueléticos en el sector de la construcción son complejos de evaluar, muchos de los trabajadores realizan diferentes actividades durante el proceso constructivo de la obra, otros trabajadores que tienen alguna especialidad realizan su trabajo y se retiran a otra obra en ejecución, es decir; a) los trabajadores no realizan la misma actividad durante todo el desarrollo de la obra. b) los trabajadores pueden trabajar para la misma empresa, pero, cambian constantemente del lugar.

Es necesario identificar los trastornos que manifiesta el trabajador, de la misma forma el trabajador expone durante que actividad presenta algún síntoma, además es necesario conocer el espacio donde se ejecuta cada uno de los trabajos, con esta información se puede realizar un análisis para anteponer futuros riesgos de tipo biomecánico, pero ¿Cómo se puede recolectar la información del trabajador para contribuir a la gestión de riesgo biomecánico?

Diseñar una herramienta de recolección de datos sencilla y dinámica, de tal forma que cualquier trabajador pueda brindar la información que se espera, para que la empresa pueda tomar medidas de prevención y control, una forma de adquirir la información necesaria para contribuir a la gestión de riesgos asociada a los riesgos musculoesqueléticos, es a través de un Sistema de información geográfico (SIG) la cual permite realizar encuesta teniendo en cuenta los síntomas, el espacio, lugar de trabajo y su ubicación espacial.

2.2 Justificación

En el sector de la construcción la gestión de riesgos juega un papel esencial y clave, ya que se lleva a cabo en la elaboración de la propuesta cuando se planifica el proyecto, a intervalos regulares durante la ejecución del proyecto y finalmente cuando hay un cambio de alcance de un proyecto. Esto contribuye a lograr con éxito la finalización del proyecto constructivo en el que se está trabajando. De ahí es importante que las empresas identifiquen los peligros, evalúen y valoren los riesgos, a través de metodologías que sean sistemáticas, que tengan alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias, internas o externas, y finalmente todos los centros de trabajo [10].

La salud de los trabajadores en el sector de la construcción es de gran importancia ya que abarca el bienestar social, mental y físico de los mismos. A menudo se presta menos atención a los problemas de salud laboral que a los de seguridad laboral, esto debido a que los de salud se consideran más difíciles de tratar y/o prevenir. Por consiguiente, un lugar de trabajo saludable es también un lugar de trabajo seguro donde el individuo no se exponga a riesgos que afecten su salud.

Es en muchos casos responsabilidad del Ingeniero Civil velar por el cumplimiento o finalización de los proyectos de obra civil con el mínimo posible de contratiempos o imprevistos, en general una obra está conformada de aproximadamente entre 50 y 100 personas, según Torres [10], durante el tiempo que laboren los trabajadores es necesario que el Ingeniero garantice el seguimiento sobre la salud del trabajador; es decir que cada persona no presente ninguna molestia a la hora de realizar cada actividad de la obra, y en dado caso que se manifieste algún síntoma, empezar a realizar el proceso de identificación del riesgo, con el fin de evitar alguna enfermedad que afecte la salud del trabajador.

La detección temprana de síntomas asociados a los TME puede utilizarse como base para ayudar al trabajador a sentirse mejor con su salud y su ocupación laboral, todo esto en pro de la empresa, es decir, poseer trabajadores que se encuentren en excelente estado de salud ayuda a que obras de construcción se generen sin imprevisto cumpliendo con el cronograma establecido. Una herramienta como esta (SIG) que realiza periódicamente sondeos de síntomas asociados a los TME y factores de riesgo puede demostrar la eficiencia de uso en la constructora.

Una empresa donde sus trabajadores se sienten respaldados y a gusto con su labor permite a la empresa posicionarse como entidades preocupadas por el bienestar del trabajador implementando nuevas tecnologías como el Sistema de información geográfico.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Desarrollar una herramienta para la gestión de riesgos biomecánicos en empresas del sector de la construcción, utilizando un sistema de información geográfica que involucre ubicación espacial, actividades en obra y entorno de trabajo.

2.3.2 Objetivos específicos

Diseñar un instrumento de recolección de datos que permita el descubrimiento de la sintomatología asociada a la existencia de trastornos musculo esqueléticos.

Establecer los criterios de valoración de riesgo biomecánico en un nivel de evaluación básico para facilitar las rutas de intervención y control del riesgo.

Determinar las variables de espacio de trabajo donde se desarrolla cada una de las actividades en obra.

Utilizar un sistema de información basado en ArcGIS, identificando los posibles riesgos que pueden presentar los trabajadores al realizar su actividad en su espacio de trabajo en obra.

3. Marco Referencial

3.1 Gestión de Riesgos

El proceso de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos debe ser un proceso sistemático en el cual se integren todas las actividades de una obra. La participación de trabajadores permite que este proceso tenga una mayor certeza, claridad y cantidad de información sobre la operación y el día a día de la organización [10, p 129].

Es común que en primera medida se utilicen metodologías cualitativas o semicuantitativas para la identificación de peligros, es importante utilizar metodologías específicas para los peligros prioritarios, con las cuales se permite determinar con mayor objetividad la magnitud del peligro y la exposición, lo que puede facilitar una mejor priorización. Estas metodologías pueden estar asociadas a métodos posicionales, ergonomía y calidad de vida en el trabajo [10, p 129].

Es importante identificar las fuentes de información existentes en la empresa, que permitan identificar peligros y mantener una continua actualización de la matriz de riesgos. Para esto se deben tener en cuenta las siguientes etapas.

- ✓ Recoger toda la información necesaria sobre los procesos, las diferentes actividades que se realizan en la empresa, materias primas, trabajadores y tipos de vinculación, horarios de funcionamiento [10, p 130].

- ✓ Obtener información sobre los peligros que existen en la empresa, se puede tomar información bibliográficas y referenciación con otras compañías del mismo sector [10, p 130].
- ✓ Realizar inspecciones iniciales y periódicas del lugar de trabajo para identificar los peligros nuevos o recurrentes [10, p 130].
- ✓ Analizar los accidentes e incidentes de trabajo, así como las enfermedades laborales, para determinar las causas y las acciones necesarias para prevenir su repetición [10, p 130].
- ✓ Realizar análisis estadísticos de accidentalidad y enfermedad para determinar aquellos que sean similares o repetitivos, identificando tendencias de las causas y las consecuencias [10, p 130].

3.2 Métodos de evaluación ergonómica

Para la evaluación del riesgo biomecánico existen diferentes métodos de evaluación ergonómica que permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo, los resultados de estas evaluaciones son la base para la formulación de controles como el rediseño de puestos de trabajo o de las tareas que reduzcan el riesgo y lo sitúen en niveles aceptables de exposición para el trabajador [10, p 138].

3.2.1 Riesgos prioritarios

El proceso de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos deben partir con un análisis del contexto sobre la empresa hasta el proceso de priorización con base en los resultados de valoración de riesgos. Los riesgos prioritarios deben ser controlador y los resultados

de proceso deben ser comunicados, en los siguientes parámetros se encuentran los procesos de identificación de peligro, evaluación y valoración de los riesgos [10, p 138].

1. Recolectar información existente sobre los procesos actividades y peligros
2. Definir un instrumento para la recolección de información en campo
3. Realizar inspecciones para identificar peligros
4. Identificas las medidas de control existentes
5. Evaluar y valorar los riesgos
6. Priorizar riesgos

Para identificar los peligros es importante conocerlos, es así como las personas que participan en el proceso de identificación deben tener una capacitación mínima que contribuya a dicha labor. Así mismo entre mayor conocimiento se tiene sobre los peligros, hay mayores posibilidades para encontrar alternativas de control, es por esto, que para los riesgos prioritarios se deben profundizar en el conocimiento de los agentes, situaciones y vías de exposición y controles específicos [10, p 139].

Para el peligro biomecánico, los principales agentes son: el desplazamiento, el esfuerzo, es decir si es dinámico o estático, manejo de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, posturas mantenidas, el uso de herramienta manuales y el trabajo sedentario. Los peligros mencionados anteriormente se refieren a aquellos que pueden afectar la seguridad y salud en el trabajo [10, p 139].

La base para evaluar los riesgos son las consecuencias de acuerdo con la severidad del daño, la probabilidad de ocurrencia y la priorización según la frecuencia de exposición. El nivel de daño se refiere a los efectos que pueden sufrir los trabajadores en caso de la materialización del evento. El daño que se debe asociar es aquel que esté ligado directamente al peligro y no los efectos

secundarios producidos por la exposición, así mismo, se debe tomar el efecto más grave que sea razonablemente posible, que este directamente relacionado con la actividad de la empresa o entidad [10, p 144].

3.2.2 Valoración del riesgo

La valoración del riesgo está asociada al juicio de tolerancia del riesgo estimado, permitiendo identificar y analizar los riesgos a los que está expuesta la empresa. La primera clasificación del riesgo es trivial. Sus acciones establecen que no requieren acciones específicas, pero se deben mantener controlada la actividad, el riesgo tolerable menciona que, si se han implementado acciones preventivas o correctivas, estas no necesitan mejora, Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control [10, p 148].

Para el riesgo Moderado se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, realizando la asignación de recursos necesarios para reducir su probabilidad de ocurrencia. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, es necesario la aplicación de las herramientas específicas para la determinación objetiva de la probabilidad del daño. El riesgo importante su acción enfatiza en la posibilidad de aplicar controles de tipo administrativo o elementos de protección personal inmediatamente, sin embargo, se buscará la aplicación de controles sobre la fuente y el medio para eliminar, sustituir el peligro o limitar la exposición de los trabajadores y finalmente se encuentra el riesgo intolerable, que no debe comenzar ni continuar el trabajo bajo las mismas condiciones encontradas, si no es posible reducir el riesgo, incluso con

recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo. Se debe desarrollar controles sobre la fuente y el medio para eliminar, sustituir el peligro o limitar la exposición de los trabajadores [10, p 148].

3.3 Trastornos Musco-Esqueléticos

Según el Instituto nacional para la seguridad y salud ocupacional (NIOSH), un trastorno musco esquelético es una lesión de músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, huesos e incluso vasos sanguíneos, la cual se produce por las tareas en su puesto de trabajo como levantar, empujar o jalar objetos muy pesado. En las enfermedades musco-esqueléticas lo que predomina es el dolor como síntoma los cuales incluyen dolor, rigidez, hinchazón, cosquilleo y adormecimiento; y posteriormente una cierta alteración funcional, estas enfermedades puede afectar cualquier parte del cuerpo y su gravedad depende desde una fatiga postural hasta afectaciones irreversibles [13, p 18].

Según Pinero [13], en un primer momento se produce la fase de síntomas en una forma ocasional, para que luego de un tiempo se instaure permanentemente, generando afectaciones crónicas al organismo, en general no se produce traumatismos grandes sino por sobrecarga mecánica de determinadas zonas del cuerpo y son estos microtraumatismos quienes lesiones de tipo acumulativo que se cronifican y disminuyen la capacidad funcional de un trabajador de la construcción [13, pp. 18-19].

Otro punto por tratar es la génesis de los trastornos musco-esqueléticos, los cuales tienen una relación directa con las posturas que adoptan los trabajadores en el puesto de trabajo. Las posturas representan un riesgo para la salud ya que son aquellas en las que los elementos corporales, en especial la columna vertebral, las extremidades superiores y la cabeza, forman

ángulos articulares extremos (flexión o giros) sin apoyo, donde se efectúa el manejo de cargas y se mantienen por un tiempo considerable [13, p 19].

3.3.1 Características de los trastornos musco-esqueléticos producidos en el trabajo

Todos los trastornos presentan similitudes entre sí, Según González [14, p.182] las características son:

- ✓ Forma en que se producen: estos se pueden producir como el resultado de la acumulación de las pequeñas lesiones que se dejan pasar sin revisión alguna, “Los esfuerzos que provocan estas pequeñas lesiones son roces, compresiones, estiramientos, todas ellas actuando sobre las partes blandas del aparato musco-esqueléticos [14, p.182]”.
- ✓ Síntomas: En el cuerpo humano siempre va a aparecer un síntoma que alerta al trabajador sobre algo que está realizando mal en su puesto de trabajo [14, p.182]”.
- ✓ Origen: Los trastornos musco-esqueléticos aparecen por dos causas principales los factores físicos y biomecánicos, de igual forma, pueden estar ocasionados por realizar un trabajo monótono y pesado, y realizar movimientos de repetitividad. [14, p. 182]”.

3.3.2 Clasificación de los trastornos musco- esqueléticos

Estos trastornos se pueden catalogar según el elemento dañado, o por la zona en que se genera [14, p. 182], así se tiene:

Según el elemento dañado:

- ✓ Patologías articulares.
- ✓ Patológicas periarticulares.
- ✓ Patologías óseas.

Según la zona donde se genera:

- ✓ Miembros Superiores, zona de los hombros y la zona del cuello.
- ✓ Muñeca y la zona de la mano.
- ✓ Brazo y codo.
- ✓ Columna vertebral.
- ✓ Miembros inferiores (muslo, rodilla, tobillo entre otros).

Patologías articulares: En estas patologías se afecta la muñeca, el codo, el hombro, entre otros, se presentan enfermedades como la Artrosis la cual degenera el cartílago y la Artritis que produce una inflamación provocando dolor en las articulaciones [14, p.183]. Patologías periarticulares: “Las determinan un grupo de lesiones en las partes que rodean a la articulación” [14, p.183], Según González su subclasificación es muy variada, entre las principales están:

- ✓ Lesiones del tendón: Se producen alteraciones del tejido conjuntivo, estas lesiones impiden la movilidad y producen un dolor fuerte.
- ✓ Tenosinovitis: Se inflama el tejido conjuntivo, esto es a causa de una irritación por una actividad fuerte en el trabajo.
- ✓ Lesiones en los ligamentos: Esto se produce al mover la articulación con un movimiento forzado.
- ✓ Bursitis: Se produce una inflamación de la cavidad del tejido conectivo en forma de saco, esto hace referencia a la bolsa serosa, su ubicación esta entre los huesos y los tendones.
- ✓ Ganglio: Se produce un dolor leve en las manos o tobillos, y se debe a que los tejidos se deterioran de la cubierta del tendón.
- ✓ Mialgias: Es un dolor muscular leve que se produce por los esfuerzos musculares prolongados.

- ✓ Contractura: Es provocada por la incapacidad prolongada de un movimiento de una articulación.
- ✓ Desgarro muscular: Es una lesión de la fibra muscular, se debe por un estiramiento.
- ✓ Patologías Óseas: afecta la zona del hueso.

Lesiones musco-esqueléticas en los miembros superiores, y en la zona del cuello y de los hombros: Estas lesiones se producen por la acumulación de ciertas lesiones [14, p.186]. Según González, Las más frecuentes son:

- ✓ Síndrome de tensión cervical: se percibe una sensación de fatiga bastante molesta.
- ✓ Síndrome cervical: es el proceso degenerativo de la columna vertebral, se produce un estiramiento en los discos.
- ✓ Tortícolis: es un dolor agudo en el cuello, esto se produce por un movimiento brusco.
- ✓ Hombro congelado: produce una inmovilidad en el cuello, causado por una inflamación.

Lesiones Musco-esqueléticas específicas en brazo y codo: Son todas aquellas lesiones entre los ligamentos y tendones, según González, las que más se presentan son:

- ✓ Epicondilitis: es una inflamación de los tendones en las proyecciones del hueso del brazo. ubicado en la parte posterior del codo.
- ✓ Epitrocleititis: de igual forma es una inflamación que se produce en los tendones.
- ✓ Síndrome del pronador redondo: esta enfermedad aparece cuando se comprime el nervio mediano.
- ✓ Síndrome del túnel radial: esto sucede porque “aparece el atraparse periféricamente el nervio radial, originado por movimientos rotatorios repetidos del brazo [14, p.188]”.
- ✓ Bursitis en el codo: apoyo excesivo en los codos.
- ✓ Lesiones musco-esqueléticas específicas en mano y muñeca.

Según González, 2007, estas lesiones aparecen como una consecuencia de los sobreesfuerzos, esto se puede tomar de dos formas, la primera es el esfuerzo único suficiente para provocar una lesión en el cuerpo, y la otra es la acumulación de varios esfuerzos que provocan una lesión.

3.3.3 Las principales patologías son:

Hernia discal: Esto aparece cuando los anillos de la columna vertebral se agrietan.

Fractura vertebral: “Los arrancamientos por fatiga de las apófisis espinosas en los trabajos de carga considerada enfermedad profesional” [14, p. 193].

- ✓ Lumbalgia aguda: Son afecciones muy leves, se presentan por esfuerzos realizados.
- ✓ Lumbalgia Crónica: Se genera por la acción de un disco degenerado.
- ✓ Lumbalgia Agudo: Presenta un dolor originado por la distensión del ligamento común posterior en el nivel lumbar.
- ✓ Lumbo-ciantalgias: “La hernia de disco se produce entre la cuarta y la quinta vértebra lumbar” [14, p.194].
- ✓ Cifosis: es una curvatura anormal en la columna vertebral.
- ✓ Lesiones musco-esqueléticas específicas en los miembros inferiores.

3.4 Niveles de Evaluación ergonómica

La detección de diferentes trastornos debido al sitio de trabajo donde el individuo ejecuta sus actividades puede ser realizado en dos niveles de evaluación ergonómica, dichos niveles dependen del puesto de trabajo a evaluar, las herramientas, las condiciones laborales, los factores individuales del trabajador y es allí donde se escoge que nivel de evaluación ergonómica realizar.

Ergonautas [15], portal web del Laboratorio de Investigación Ergonómica de la Universidad Politécnica de Valencia establece dos niveles de evaluación ergonómica, nivel básico y nivel avanzado.

3.4.1 Nivel Básico

La evaluación ergonómica para un nivel básico permite identificar los riesgos presentes en los puestos de trabajo, de modo que si detecta algún riesgo se procede a realizar una evaluación más detallada, es decir una medición a nivel avanzado.

El nivel básico se realiza mediante una identificación inicial de riesgos a través de listas que permiten una comprobación ergonómica, para ello se identifica el puesto de manera general en el cual se realiza una identificación de variables cuantitativas y cualitativas, dado que es necesario conocer la opinión del trabajador al realizar sus actividades, esto es lo que expone la secretaria de salud laboral de Madrid, por otra parte, en este nivel básico es posible encontrar o evaluar variables como la postura, carga física, ambiente físico, entre otras. El nivel básico puede ser evaluado a través de distintas listas de evaluación como la lista de comprobación ergonómica o también a través de algunos métodos como lo es el LEST [15].

3.4.2 Nivel Avanzado

La evaluación ergonómica a nivel avanzado se realiza a partir de la identificación previa de riesgos realizada en el nivel básico, cuando un factor de riesgo es identificado a este mismo le corresponde una consecuencia directa, la cual generalmente se desencadena en un trastorno musculoesquelético donde es necesario realizar la evaluación ergonómica a nivel avanzado.

La complejidad de las actividades que puede realizar un trabajador implica la decisión en la evaluación ergonómica, pues el trabajador puede ejecutar diferentes tareas en diferentes lugares donde la evaluación no se ejecuta al lugar donde está trabajando si no al trabajo que realiza en los diferentes lugares, es por esto que para un solo trabajador se puede utilizar diferentes métodos de evaluación, dependiendo a las causas como repetitividad, posturas forzada, manipulación manual de cargas, vibraciones, etc. Donde puede desencadenar más riesgos de los que se han identificado previamente [15].

3.5 Cuestionario Nórdico

El Cuestionario Nórdico centra sus preguntas en los síntomas que se encuentran con mayor frecuencia en los trabajadores que están sometidos a exigencias físicas, especialmente aquellas de origen biomecánico. Para utilizarlo debe tener en cuenta los propósitos con los que fue diseñado, los cuáles son [16]:

3.5.1 Detección de trastornos musculoesqueléticos en un contexto de intervención ergonómica

La detección temprana de sintomatología musculoesquelética puede servir como una herramienta de diagnóstico para analizar los diferentes factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores. La ubicación de los síntomas puede ser expresión directa de los desajustes o incompatibilidades del usuario en la ejecución de su tarea, el diseño del puesto de trabajo, o el uso de herramientas, entre otros [16].

3.5.2 Atención en servicios de salud ocupacional o de prevención de riesgos

Su uso puede proporcionar medios con el fin de evaluar el resultado de los estudios epidemiológicos sobre los TME.

Los profesionales de estos servicios pueden usar el cuestionario para múltiples propósitos, por ejemplo, para el análisis de la carga laboral, para el seguimiento de los efectos de las mejoras implementadas en los puestos de trabajo, e incluso para ayudar a determinar la evolución de la salud de un trabajador con un TME [16].

3.5.3 Ventajas y Desventajas del Cuestionario Nórdico

Se debe destacar la importancia que posee como instrumento de pesquisa precoz y por lo tanto posee un aspecto preventivo o anticipatorio de gran valor y utilidad. También pueden existir ciertas características de algunas versiones del cuestionario, que no sean entendidas directamente como ventajas o limitantes. Es el caso de la incorporación de diversas escalas de severidad, entre las cuales está la recomendada por investigadores brasileños, con valores que van de 0 a 4, en donde el valor más bajo “0”, representa la ausencia total de síntomas y el valor más alto “4”, representa la presencia de síntomas los últimos 12 meses, los últimos 7 días y la existencia de un impacto funcional que le impida realizar su trabajo; mientras que la planteada por investigadores Chilenos, sugiere la incorporación de una escala numérica de dolor, con valores que van de 0 a 10. Sin embargo, en el caso de usarse como herramienta preventiva de “screening”, la escala de dolor puede llegar a estratificar, pero no puede asegurar que puntuaciones inferiores, sean a su vez, expresión de trabajadores expuestos a niveles de riesgo menores para generar o agravar un TME. Lo que podría dejar fuera de las potenciales intervenciones preventivas, a quienes declaren su

percepción de dolor con valores bajos, pero que puedan estar sometidos a niveles de riesgo significantes para el aparato musculoesquelético [16].

Ventajas del cuestionario Nórdico

Según J. Ibache [16] las ventajas del cuestionario nórdico son:

- ✓ Permite estandarizar la pesquisa de sintomatología musculoesquelética.
- ✓ Es simple de aplicar.
- ✓ Genera una identificación rápida de los síntomas musculoesqueléticos.
- ✓ Es aplicable en grandes poblaciones.
- ✓ Utilizado y validado a nivel mundial.
- ✓ Posibilidad de autoevaluación.
- ✓ Su uso permanente, permite orientar la evolución en el tiempo de la salud musculoesquelética de poblaciones laborales específicas.
- ✓ Permite realizar un seguimiento y validar el impacto de las mejoras en el entorno laboral.
- ✓ Permite complementarlo con otros métodos de evaluación de riesgos para el aparato musculoesquelético, tales como RULA, REBA, OWAS, JSI, entre otros.

Desventajas del Cuestionario Nórdico

Según J. Ibache [16] las desventajas que presenta el cuestionario al ser un formulario que se basa exclusivamente en la percepción del entrevistado, existe dificultad para determinar la veracidad de las respuestas.

- ✓ La experiencia de las personas que completan el cuestionario puede afectar los resultados. Por lo que siempre es necesario conocerlo en detalle, sea que se ejecute de forma auto administrada o por un encuestador.

- ✓ La modalidad auto administrada puede verse afectada por los niveles de instrucción y educación de la persona que responde.
- ✓ El entorno y la situación al momento de responder el cuestionario también pueden afectar los resultados. Por ejemplo, la exposición a altitud, temperaturas extremas u otras, puede ser un factor confuso que altere la percepción del encuestado.

3.6 Factores de Riesgo

Las lesiones musculoesqueléticas son causadas por factores antropogénicos naturales, ambientales o tecnológicos. Generalmente, estos casos están vinculados o son concurrentes, es decir, de origen multifactorial o multicausal, y se pueden dividir en los siguientes grupos [19]:

3.6.1 Factores de Riesgos Individuales

Son condiciones físicas particulares como la tolerancia a un esfuerzo dado, la flexibilidad, capacidad de fuerza y capacidad aeróbica. Estos tienen la capacidad funcional, hábitos y enfermedades [19].

3.6.2 Factores de Riesgo ligados a la condición de trabajo

Estos son los factores de riesgo por zonas [19].

- ✓ Cuello y hombro: Postura, fuerza y repetición. Pero principalmente postura.
- ✓ Codo: Combinación de repetición, fuerza y postura.
- ✓ Muñeca y mano: Combinación de repetición, vibración, fuerza y postura.
- ✓ Espalda: Movimiento forzado, vibración de cuerpo entero, levantamiento de peso.

3.6.3 Factores de Riesgo Psicosocial

Los altos niveles de estrés psicológico (estrés) en el trabajo, la monotonía, la carga mental, la falta de tiempo, la falta de autonomía, la falta de control y las malas relaciones con los compañeros y/o superiores son los factores de riesgo más comunes (Bongers y Winter 1992; Bongers y Houtman 1995; Houtman et al., 1994; ANACT 1996). Estos factores parecen estar asociados principalmente con LTA cervical [19].

3.7 Factores de riesgo determinados por la GATISST

Las Guías de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo (GATISST), son las herramientas importantes para las empresas, porque apoyan los procesos de gestión de riesgo, ayudando a la prevención de estos, algunos riesgos presentes en los trabajadores son:

3.7.1 Riesgo derivado de la carga

Se denomina carga a cualquier objeto animado o inanimado que se caracterice por un peso, una forma, un tamaño y un agarre. Incluye personas, animales y materiales que requieran del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición determinada [19].

La manipulación manual de cargas es cualquier actividad en la que se necesite ejercer el uso de fuerza por parte de una o varias personas, mediante las manos o el cuerpo, con el objeto de elevar, bajar, transportar o agarrar cualquier carga [19].

La carga física de trabajo se define como el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometido el trabajador durante la jornada laboral; ésta se basa en los tipos de trabajo muscular, que son el estático y el dinámico. La carga estática viene determinada por las posturas, mientras que la

carga dinámica está determinada por el esfuerzo muscular, los desplazamientos y el manejo de cargas [19].

- ✓ Trabajo estático: Es aquel en que la contracción muscular es continua y mantenida.
- ✓ Trabajo Dinámico: Es aquel en el que se suceden contracciones y relajaciones de corta duración.

3.7.2 Riesgo derivado de la postura

- ✓ Postura Prolongada: Cuando se adopta la misma postura por el 75% o más de la jornada laboral (6 horas o más) [19].
- ✓ Postura Mantenido: Cuando se adopta una postura biomecánicamente correcta por 2 o más horas continuas sin posibilidad de cambios. Si la postura es biomecánicamente incorrecta, se considerará mantenida cuando se mantiene Por 20 minutos o más [19]
- ✓ Postura Forzada: Cuando se adoptan posturas por fuera de los ángulos de confort.
- ✓ Posturas Anti gravitacionales: Posicionamiento del cuerpo o un segmento en Contra de la gravedad.

3.7.3 Riesgo derivado de la fuerza

La fuerza se refiere a la tensión producida en los músculos por el esfuerzo requerido para el desempeño de una tarea. Existe la siguiente clasificación del riesgo derivado de la fuerza cuando [19]:

- ✓ Se superan las capacidades del individuo
- ✓ Se realiza el esfuerzo en carga estática
- ✓ Se realiza el esfuerzo en forma repetida.

- ✓ Los tiempos de descanso son insuficientes.

3.7.4 Riesgo derivado del movimiento

El movimiento es la esencia del trabajo y se define por el desplazamiento de todo el cuerpo o de uno de sus segmentos en el espacio. El movimiento repetitivo está dado por los ciclos de trabajo cortos (ciclo menor a 30 segundos o 1 minuto) o alta concentración de movimientos (> del 50%), que utilizan pocos músculos (Silverstein y col, 1987). [18]

3.7.5 Aspectos Psicosocial

Altas demandas de trabajo, baja decisión, bajo soporte social, poca oportunidad de descanso [18].

3.8 Características de los factores de riesgo para los TME

Como bien lo menciona el programa de vigilancia epidemiológica para la prevención de desórdenes musco-esqueléticos las características de los factores de riesgo son [18]:

3.8.1 Características de la carga

- ✓ Es demasiado pesada o grande.
- ✓ Es voluminosa o difícil de sujetar.
- ✓ Está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- ✓ Está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco con torsión-inclinación de este.

- ✓ La carga, debido a su aspecto exterior a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

3.8.2 Características de las tareas en obra

- ✓ Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- ✓ Periodo insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- ✓ Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- ✓ Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no puede modular.

3.8.3 Características individuales

- ✓ La falta de aptitud física para realizar la tarea.
- ✓ La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales.
- ✓ La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- ✓ La existencia previa de patología dorso lumbar.

3.8.4 Características del entorno

- ✓ El espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad.
- ✓ El suelo es irregular y puede dar lugar a tropiezos o es resbaladizo para el calzado que lleva el trabajador.
- ✓ La situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación
- ✓ Manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.

- ✓ El suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- ✓ El suelo o el punto de apoyo es inestable.
- ✓ La temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuados.
- ✓ La iluminación es inadecuada.
- ✓ Existe exposición a vibraciones.

3.9 Normativa del Proyecto

A través de la normativa se regulan los diferentes procesos de una actividad en la gestión de riesgos y los métodos de evaluación ergonómica, se expone sobre la normativa nacional e internacional, en ella se tienen guías sobre la salud ocupacional, decretos del sistema de seguridad y salud en el trabajo, normas técnicas sobre ergonomía, entre otros.

3.9.1 Normativa Nacional

- ✓ Guía de Atención integral para la salud ocupacional: Este parámetro habla de las guías de atención integral de salud ocupacional. El ministerio de protección social, en uso de sus facultades legales, en especial las conferidas por el literal a) del artículo 83 de la Ley 9ª de 1979 y los numerales 6 y 12 del artículo 2º del Decreto 205 de 2003, Artículo 1º. Objeto. La presente resolución tiene por objeto adoptar las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia para: a) Dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con la manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo; b) Desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y

Enfermedad de De Quervain); c) Hombro doloroso relacionado con factores de riesgo en el trabajo; d) Neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis); e) Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo. Parágrafo. Las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional que se adoptan mediante la presente resolución serán de obligatoria referencia por parte de las entidades promotoras de salud, administradoras de riesgos profesionales, prestadores de servicios de salud, prestadores de servicios de salud ocupacional y empleadores, en la prevención de los daños a la salud por causa o con ocasión del trabajo, la vigilancia de la salud, el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los trabajadores en riesgo de sufrir o que padecen las mencionadas patologías ocupacionales. Artículo 2°. Revisión y actualización. Las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional adoptadas mediante la presente resolución serán revisadas y actualizadas como mínimo cada cuatro (4) años. Artículo 3°. Vigencia. La presente resolución rige a partir de su publicación [10, p.65].

- ✓ Decreto del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo resolución 1443 de 2014:: El presente decreto tiene por objeto definir las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST, que deben ser aplicadas por todos los empleadores públicos y privados, los contratantes de personal bajo modalidad de contrato civil, comercial o administrativo [10], en este decreto se habla de parámetros como: acción correctiva, acción de mejora, acción preventiva, actividad no rutinaria, alta dirección, amenaza, auto reporte de condiciones de trabajo y salud, centro de trabajo, ciclo PHVA, condiciones de salud, condiciones y medio ambiente de trabajo, descripción sociodemográfica, efectividad, eficacia, eficiencia, emergencia, evaluación del riesgo, evento catastrófico, identificación del peligro, indicadores de

estructura, indicadores de procesos, indicadores de resultado, matriz legal, mejora continua, no conformidad, peligro, política de seguridad y salud en el trabajo, registro, rendición de cuentas, revisión proactiva, revisión reactiva, requisito normativo, riesgo, valoración del riesgo, vigilancia de la salud en el trabajo o vigilancia epidemiológica de la salud en el trabajo [17].

- ✓ Decreto 1477 de 5 de agosto de 2014: Por el cual se expidió la tabla de enfermedades laborales la cual contiene los peligros, las ocupaciones y las enfermedades que puedan estar asociadas a estos, permitiendo tomar acciones para la prevención de estas y realizar un acuerdo de calificación de origen [10, p. 65].
- ✓ Decreto 472 de 2015. Incorporado en el Decreto 1072 de 2015, fortaleció la inspección, vigilancia y control estableciendo el procedimiento para que los inspectores de trabajo impongan, de ser necesario, medidas que involucren el cierre del lugar de trabajo cuando existan condiciones que pongan en peligro la vida, la integridad y la seguridad de los trabajadores, así mismo sanciones pecuniarias que se impongan a los empleadores por incumpliendo de las normas de riesgos laborales [10, p. 65].

3.9.2 Normativa Internacional

Normativa necesaria para llevar a cabo los métodos de evaluación ergonómica, según el grupo ISTAS en colaboración con la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales (2015), este manual está basado en una normativa española UNE-EN, ISO y criterios técnicos INSHT [18 p, 12].

2.6.2.1 *Normas técnicas sobre ergonomía para la evaluación de riesgos Biomecánicos.* Son normas que incorporan los métodos y criterios para la evaluación de los riesgos que provienen de la actividad física. [18]

- ✓ UNE-EN 1005 Seguridad de máquinas, comportamiento físico del ser humano: esta norma habla de la relación con las máquinas y sus componentes, la cual se divide en diferentes capítulos: UNE EN 1005-1: 2002+A1:2009: Términos y condiciones. UNE EN 1005-2: 2004+A1:2009: Manejo de máquinas y de sus partes componentes. UNE EN 1005-3:2002+A1:2009: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas. UNE EN 1005-4:2005+A1:2009: Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas. UNE EN 1005-5:2007: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia [18 p. 12].

2.6.2.2 *Normas internacionales técnicas sobre ergonomía para la evaluación de riesgos Biomecánicos.* Organización internacional de normalización (IOS) Comité técnico 159 de ergonomía: tiene por objetivo regular los requisitos ergonómicos para el diseño de puestos de trabajo, métodos de evaluación de riesgos y otros aspectos relacionados con los TME [18, p.13].

- ✓ ISO 11228 Ergonomía manipulación manual: ISO 11228-1:2003: Levantamiento y transporte. ISO 11228-2:2007: Empuje y tracción. ISO 11228-3:2007: Manipulación de objetos menores a 3 Kg a alta frecuencia [18 p. 13].
- ✓ ISO/NP TR 12295:2014: Aplicación de los estándares sobre manipulación manual (ISO 11228-1, 11228-2), movimientos repetidos (11228-3) y posturas forzadas (ISO 11226:2000: evaluación de posturas estáticas [18, p.13].
- ✓ ISO TR 12296:2012: Manipulación manual de personas en el sector sanitario [18 p.13].

3.10 Sistemas de Información Geográfico

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos [20].

En un SIG se almacena información espacial (con lo que es posible conocer la localización exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos) e información temática (datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico). De este modo, los SIG pueden ser herramientas muy poderosas en un sistema de gestión de datos, siempre que interese la interrelación entre los datos temáticos y los datos espaciales [21].

Su funcionamiento es una base de datos con información geográfica, es decir, datos alfanuméricos estos se encuentran asociados por un identificador común a los objetos gráficos de los mapas digitales [21]. De esta forma cuando se señalan los objetivos se conocen los atributos generando una base de datos para saber su localización.

“La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial [21]”. El sistema va a permitir separar la información en diferentes capas y va almacenándolas, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, esto hace que el profesional relacione la información existente a través de la topología geoespacial de los objetos con el fin de generar otra nueva que no se pueda obtener de otra forma [22].

Los principales parámetros que puede resolver un sistema de información geográfica son [22]:

Localización: Se pregunta por las características del lugar en concreto.

Condición: Hace referencia al cumplimiento o no de las condiciones impuestas por el sistema.

Tendencia: Realiza una comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica, permitiendo conocer la variación de algunas características por medio de un periodo.

Rutas: Es el cálculo de rutas optimas entre dos o más puntos.

Pautas: Detección de pautas espaciales, se hace en una zona específica

Modelos: Es la generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

3.10.1 Ventajas de los SIG

Como bien lo menciona M. Calvo [22] las ventajas de los sistemas de información geográfica son:

- ✓ La estructura de datos es muy simple, ya que almacena datos sólo de los elementos digitalizados.
- ✓ Posee una codificación eficiente de la topología, es decir que las operaciones de superposición son muy sencillas.
- ✓ Tiene un formato óptimo para variaciones altas de datos.
- ✓ Excelente almacenamiento de imagines digitales.

3.10.2 Desventajas de los SIG

Como bien lo menciona M. Calvo [22] las ventajas de los sistemas de información geográfica son:

- ✓ Mayor requerimiento de memoria de almacenamiento.

- ✓ Es un formato más laborioso de mantener actualizado.

4. Metodología

La implementación de la tecnología en el trabajo se hace cada vez más necesaria y útil en nuestra sociedad, es por esta razón que este proyecto quiere aportar a esta necesidad, buscando diferentes métodos de evaluación y poder implementarlos de una forma tecnológica pero fácil.

El sistema va más allá de tener una encuesta virtual que solo se respondan con opciones de si o no; es lograr la implementación de un sistema que permita dar un seguimiento en una primera fase de los riesgos biomecánicos en los trabajadores, logrando generar una lista de chequeo que responda a las condiciones actuales en las que se encuentra el trabajador y poder identificar si presenta síntomas osteomusculares, que posiblemente se convierten en trastornos musculo-esqueléticos.

El proyecto se ha catalogado de tipo mixto ya que se basa en las diferentes características sintomatológicas osteomusculares observables que son susceptibles de cuantificación, y de igual forma, presenta características generales del trabajo en la construcción, lo cual permitió seleccionar el método más adecuado para el seguimiento básico de la salud de las personas en la obra, mediante las diferentes preguntas adaptadas al formulario diseñado en Survey 123.

Así mismo, el diseño de la investigación se estableció como una investigación no experimental, transversal, pues se tuvieron en cuenta más variables como el espacio de trabajo, levantamiento de cargas, dolencias musculo esqueléticas, posturas forzadas, entre otras, de las cuales se obtuvieron datos para seleccionar el formulario final (cuestionario nórdico y lista básica de riesgos ergonómicos), modificarlo, diseñarlo y publicarlo en el Survey 123.

La población va dirigida hacia los trabajadores del sector de la construcción, siendo una investigación inclusiva en cuanto a la edad, ya que el sistema es fácil y rápido de responder para cualquier trabajador. Las empresas del sector de la construcción son las que toman la decisión para la toma de datos, ya que el sistema permitirá hacer una valoración inicial del riesgo en una primera fase, identificando si hay o no síntomas osteomusculares, y a partir de esto, la empresa podrá hacer una evaluación ergonómica afondo.

La técnica de recolección de datos se basó en una revisión bibliográfica a través de bases de datos como Scopus, Scielo, Science Direct entre otras, permitiendo enforzar el tipo de evaluación ergonómica inicial y la herramienta de recolección de datos que se ejecutaran en el Software Survey123 de ArcGIS, ya que se centra en detectar la sintomatología musco-esquelética y los riesgos ergonómicos de forma prematura, antes que se presenten enfermedades de alto riesgo para el trabajador.

4.1 Desarrollo Metodológico

El desarrollo metodológico tuvo énfasis en los objetivos específicos. Se realizaron varias actividades que se deben efectuar para el cumplimiento de los objetivos realizando su descripción, y finalmente los autores que harán parte de la ejecución de este proyecto.

Tabla 1 *Desarrollo Metodológico de proyecto en base a sus objetivos y la actividad correspondiente*

Objetivo	Actividad	Descripción	Responsable
Diseñar una herramienta de recolección de datos que permita detectar la sintomatología asociada a la existencia	Determinar que síntomas conllevan a las enfermedades más comunes del sector.	Conociendo que síntomas generan como consecuencia las enfermedades comunes se puede establecer que partes del cuerpo son más relevantes.	Milton Armando Tapias, Elsa Camila Melo, y Sandra Marcela Duran

Objetivo	Actividad	Descripción	Responsable
de trastornos musco-esqueléticos	Elegir una ficha de recolección base.	Al elegir una ficha se puede determinar de qué forma se realizan las preguntas para obtener una información relevante.	Milton Armando Tapias, Elsa Camila Melo y Sandra Marcela Duran
	Realizar la modificación de la ficha elegida anteriormente.	Basándose en la ficha se realiza la modificación pertinente de tal forma que al ser contestada por un trabajador pueda ser interpretada en su totalidad.	Milton Armando Tapias, Elsa Camila Melo y Sandra Marcela Duran
Establecer los criterios de valoración de riesgo biomecánico en un nivel de evaluación básico para facilitar las rutas de intervención y control del riesgo.	Determinar las variables que pueden presentarse al valorar el riesgo biomecánico.	Realizar una revisión bibliográfica acerca de los TME de tal forma que permita tener mayor panorama y encaminar el cuestionario a determinados trabajos.	Milton Armando Tapias, Elsa Camila Melo y Sandra Marcela Duran
	Definir el riesgo básico	Realizar una búsqueda bibliográfica y en el estado del arte sobre los niveles de evaluación ergonómica que permitan aportar a los criterios de valoración del riesgo.	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo
	Determinar cómo se puede intervenir y controlar el riesgo.	A través del estado del arte y revisiones bibliográficas se puede determinar cómo se controla el riesgo y conocer, así como realizar ciertas preguntas para el cuestionario.	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo
	Determinar la valoración del riesgo	La valoración del riesgo está asociada al juicio de tolerancia del riesgo estimado, esta permitirá definir los accidentes o imprevistos, que se deben implementar frente a cada clasificación del riesgo.	Milton Armando Tapias, Elsa Camila Melo y Sandra Marcela Duran

Objetivo	Actividad	Descripción	Responsable
Determinar las variables presentes en el espacio de trabajo donde se desarrolla cada una de las actividades en obra	Métodos óptimos de evaluación ergonómica	Recolectar información acerca de todos los métodos de evaluación ergonómica, a través de bases de datos y el estado del arte, de igual forma extraer la información relevante a partir los métodos que se evaluaron, con el fin de establecer uno que sea óptimo para la recolección de datos asociados a los TME en cada trabajador.	Milton Armando Tapias, Elsa Camila Melo y Sandra Marcela Duran
	Establecer la ubicación de los trabajadores	En el sistema de información geográfica se debe establecer el lugar donde se está realizando la encuesta, ya que es una variable en el espacio, de igual forma establecer conclusiones en base a la ubicación a la hora de finalizar el proyecto	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo
	Fases de la construcción que se encuentra trabajando el proyecto	En esta actividad se debe tener en cuenta la búsqueda bibliográfica de las actividades de construcción, ya que es a principal variable donde se desarrolla el trabajador.	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo
	Establecer el entorno de trabajo	El entorno de trabajo es una variable en el espacio de trabajo que se debe de tener en cuenta, con el fin de identificar los posibles riesgos que se adquieran.	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo
Disponer de un sistema de información basada en ArcGis, con el fin de identificar los posibles riesgos que pueden presentar los	Verificar que la información pueda exportarse a Excel de una forma fácil	Excel será la segunda herramienta para utilizar la cual hará el papel de base de datos, por lo tanto, exportar los datos allí debe ser un	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo

Objetivo	Actividad	Descripción	Responsable
trabajadores al realizar su actividad en su espacio de trabajo en obra.		procedimiento sencillo para el profesional adecuado.	
	Revisar la organización de los datos en Excel	El Excel debe tener un orden de los datos para facilitar la interpretación de los resultados y su posterior análisis.	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo
	Identificación de los Riesgos	Mediante el estado del arte y la revisión bibliográfica se deben identificar los riesgos que se presenten en los trabajadores del sector de la construcción.	Milton Armando Tapias y Elsa Camila Melo

Nota: esta tabla muestra los objetivos del proyecto junto con la actividad y su descripción respectiva, además de los autores encargados.

4.2 Fases de la Metodología

De acuerdo con el propósito del proyecto de investigación y basándose en el cumplimiento de los objetivos presentados, se establecieron diversas etapas de trabajo cuyas acciones establecidas se presentan a continuación.

Etapas de la metodología:

1. **Revisión sistemática de literatura:** Se inició con una búsqueda a través de las bases de datos Scopus, Scielo, Science direct, latindex, entre otras, la búsqueda se basaba en encuestas sintomatológicas, normativa sobre seguridad y salud en trabajo, fichas ergonómicas, riesgos en el sector de la construcción, trastornos musco-esqueléticos, etapas del sector de la construcción, entre otros parámetros, esta información se recopiló a través de un Excel como lo muestra la figura 1.

2. Análisis de los hallazgos en la revisión sistemática: a través del Excel presentado anteriormente se realizaron gráficos de información bibliográfica, se seleccionó la ficha ergonómica básica para aplicarla a los trabajadores como parte de la investigación.
3. Selección de los métodos de evaluación ergonómico y osteomuscular: Se eligió el cuestionario nórdico como base de trabajo para el sistema y así mismo se agregó la ficha de evaluación ergonómica permitiendo evaluar los riesgos en el espacio de trabajo en una fase inicial.
4. Modificación de los métodos de evaluación osteomuscular y ergonómica: Se realiza la modificación y adaptación del cuestionario nórdico al sistema, esto permitirá que sea fácil y rápido de comprender para los trabajadores del sector de la construcción.
5. Adaptación de las metodologías al SIG (Sistema de información geográfico): Una vez se tenga la modificación del cuestionario nórdico se diseña la herramienta en el Software Survey 123 el cual es nuestro sistema de información geográfica, que permitirá tener la ubicación geoespacial en los cuestionarios realizados por el software.
6. Prueba piloto de la herramienta de recolección de datos: se realizó la prueba piloto en el survey123, en ella se envió el cuestionario a personas conocidas simulando ser trabajadores de la construcción, se corrobora que el funcionamiento y el nivel de comprensión que adopto las personas.
7. Análisis estadístico de Prueba piloto: se realizó un análisis estadístico basado en gráficas y mapas obtenidas por el survey123, la cual arroja resultados basados en su ubicación geográfica, esto con el fin de que las empresas tomen medidas de prevención, realizando evaluaciones ergonómicas más profundas para determinar el estado de salud del trabajador.

Figura 1. *Etapas de la metodología*

5. Desarrollo

La revisión sistemática de bibliografía permite analizar artículos de tipo científico y académicos en diferentes áreas de estudio, lo anterior se realizó a través de un trabajo conjunto con las diferentes bases de datos, esta metodología se adoptó como un primer paso para conocer los diferentes métodos al realizar una evaluación ergonómica, para ello se recurrió a una revisión bibliográfica hecha anteriormente donde a partir de una serie de ecuaciones de búsqueda tabla 2, se eligió la que tenía mayor relevancia, Figura 3.

Figura 2. Revisión Bibliográfica

BITÁCORAS ANTECEDENTES INVESTIGACION							
Integrantes del grupo:		Ella Corral Melo Cayula E-mail: ella.melo@unabona.edu.ec Teléfono: 0166279972		Milton Armando Zapata Pinón E-mail: milton.zapata@unabona.edu.ec Teléfono: 0157525934		Grupo:	
Línea de investigación:		Gestión de Riesgos y seguridad y salud en el trabajo					
Título del proyecto:		Sistema aplicativo para la identificación temprana de los trastornos Músculo-esqueléticos en trabajadores del sector de la construcción					
FECHA DE CONSULTA (dd/mm/aa)	PALABRAS CLAVES	FUENTE PRIMARIA REFERENCIA COMPLETA (Según Normas APA)	FUENTE SECUNDARIA DE INFORMACION	UBICACION DEL MATERIAL	CLASIFICACION DE INFORMACION	RESUMEN DEL CONTENIDO / RESULTADOS	IMPORTANCIA Y UTILIDAD PARA EL PROYECTO
23 de febrero de 2022	Ergonomía, riesgos biomecánicos, ferrallistas	Jóvenes. M en compañía de Martínez. M y Martín. E, 2011. Análisis de los riesgos musculoesqueléticos asociados a los trabajos de ferrocarril. Buenas prácticas. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732011000300003	Revista Ingeniería de Construcción, Universidad Católica de Chile. Scielo	Revista Ingeniería de Construcción Vol. 28 N°3, Diciembre de 2011. www.ing.puc.cl/hic/PAG_284-298	Artículo	Los trastornos derivados de malas prácticas ergonométicas no son tan evidentes como los accidentes de trabajo o un accidente de tráfico in itinere. Además, la prevención de estos riesgos no es tan factible como en aquellos, en los que el riesgo se reduce mediante la colocación de protecciones colectivas o el uso de EPI's. Este tipo de riesgos forman parte de la técnica habitual del empleado o son problemas intrínsecos derivados del uso de ciertas máquinas (como en el caso de las vibraciones en herramientas de mano). Es importante, por tanto, concienciarse de los riesgos ergonométicos existentes en el puesto de trabajo y tratar de evitarlos.	En este estudio se presentan métodos de evaluación ergonomética de los autores los cuales sirven de referencia para elaborar nuestras propias fichas técnicas. En esta se describirían todos los procesos relacionados con las afectaciones a los operarios afectados con el fin de corregir. De igual forma esta ficha técnica se puede convertir en una aplicación digital de acceso gratis.
23 de febrero de 2022	trabajadores, construcción, síntomas musculoesqueléticos	Bellorin. M, en compañía de Silit. Y, y Rincón. C. Amortegui. M, 2007. Síntomas Musculo Esqueléticos en Trabajadores de una Empresa de Construcción Civil. recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/3758/375839287003.pdf	Universidad de Carabobo	Revista de Construcción, Universidad de Carabobo, Venezuela. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=375839287003	Artículo científico	Las lesiones músculo esqueléticas relacionadas con el trabajo son aquellas causadas o empeoradas por el ambiente de trabajo, siendo su naturaleza multifactorial. Estas pueden ocasionar síntomas severos y debilitantes tales como dolor, entumecimiento, parestesia y molestia, en una o varias regiones corporales, así como pérdida de tiempo en el trabajo, incapacidad temporal o permanente, dificultad para realizar tareas laborales e incremento en los costos de compensación. (Bernard, 1997; Merlino, Rosentrane, Anton & Cook, 2003; Booth-Jones, Lemasters, Succo, Alterbury & Bhattacharya, 1998; Weil, 2001)	La medición de los datos fue lo más importante de este artículo. El cuestionario permite evaluar la presencia de síntomas músculo esqueléticos, como dolor, entumecimiento, ardor, molestia u otro síntoma en cuello, hombros, codos, manos, espalda, cadera, piernas, rodillas o tobillos. Este cuestionario sirve de referencia para elaborar la ficha técnica virtual de acceso gratuito, partiendo de estos elementos y que son muy específicos.

Tabla 2 Ecuaciones de búsqueda

Ecuaciones de búsqueda planteadas	Resultados
<p>Ecuación 1</p> <p>Title-abs-key ("security management" or "occupational safety" or "risk analysis" or "accident prevention" or "risk mitigation" or "risk assessment" or "risk handling" or "risk reduction") and title-abs-key ("sector construction" or "construction industry" or structures) and title-abs-key (ergonomic or "human factor" or "forced postures" or "repetitive movements" or "frequency and duration"))</p>	628
<p>Ecuación 2</p> <p>(title-abs-key (" biomechanical risk " or " ergonomic risk " or "risk analisis" or "accident prevention" and title-abs-key ("sector construction" or "structures" or "building") and title-abs-key ("ergonomic" or "human factor" or "forced postures" or "repetitive movements")</p>	369
<p>Ecuación 3</p> <p>(title-abs-key ("gestión de seguridad") o title-abs-key ("mitigación de riesgos") o title-abs-key ("reducción de riesgos") o title-abs-key ("estrés laboral") o title -abs-key ("posturas forzadas") y title-abs-key (biomecánica) o title-abs-key ("medición biomédica") o title-abs-key (ergonómico) o title-abs-key ("ingeniería de factores humanos") o title-abs-key ("movimientos repetitivos") o title-abs-key ("factores</p>	305

Ecuaciones de búsqueda planteadas	Resultados
humanos") y title-abs-key (construcción) o title-abs-key ("industria de la construcción") o title-abs-key (estructuras))	
Ecuación 4 (title-abs-key ("safety management") or title-abs-key ("risk mitigation") or title-abs-key ("risk reduction") or title-abs-key ("occupational stress") or title-abs-key ("forced postures") and title-abs-key (biomechanics) or title-abs-key ("biomedical measurement") or title-abs-key (ergonomic) or title-abs-key ("human factor engineering") or title-abs-key ("repetitive movements") or title-abs-key ("human factors") and title-abs-key (construction) or title-abs-key ("construction industry") or title-abs-key (structures)) and (limit-to (subjarea , "engi") or limit-to (subjarea , "medi") or limit-to (subjarea , "soci") or limit-to (subjarea , "heal") or limit-to (subjarea , "comp"))	266
Ecuación 5 (title-abs-key ("physical ergonomics" or ergonomic* or biomechanic* or "human factor" or "ergonomic risk") and title-abs-key ("forced posture" or "work posture" or "physical load" or "assessment of postures" or "postural load") and title-abs-key ("sector construction" or "construction industry" or "construction workers"))	40

Figura 3. Ecuación con mayor relevancia

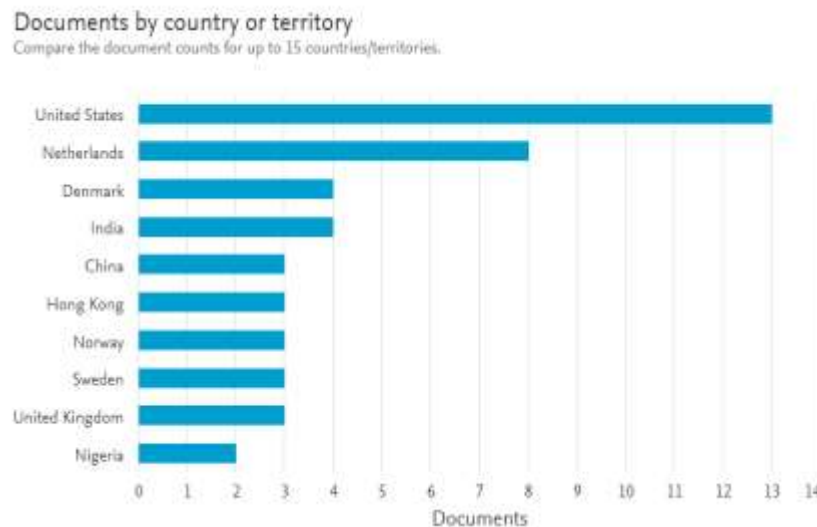
(TITLE-ABS-KEY (measurement OR appraisal) AND TITLE-ABS-KEY (disease OR problem OR risk) AND TITLE-ABS-KEY (musculoskeletal OR biomechanical OR ergonomic*) AND TITLE-ABS-KEY ("construction sector" OR "Construction Industry"))	45
---	----

Nota: Validar las relaciones de las lesiones musculo esqueléticas con las actividades que ejecutan los trabajadores del sector de la construcción.

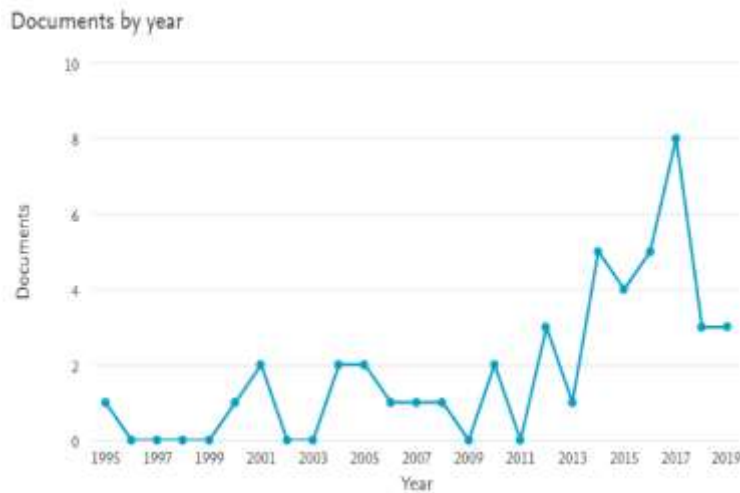
A partir de todas las ecuaciones trabajadas en la tabla 2, se seleccionó la ecuación de la figura 3, debido a que era la que más contenía documentos de interés como artículos y tesis de maestrías, investigaciones, entre otras, apoyados en las evaluaciones ergonómicas de los trastornos

musculo esqueléticos, realizaban un análisis detallado de como evaluaban los puestos de trabajo utilizando diferentes técnicas y concluían a partir de los resultados obtenidos por parte de los trabajadores, lo cual eran documentos que aportaban significativamente a la investigación. Se revisaron 45 artículos que tienen información sobre los trastornos musculo esqueléticos, metodologías de evaluación y posibles soluciones a este tipo de trastornos, por consiguiente, se obtuvo una serie de gráficos que muestra la información por año, país y desde que área de estudio se llevó a cabo.

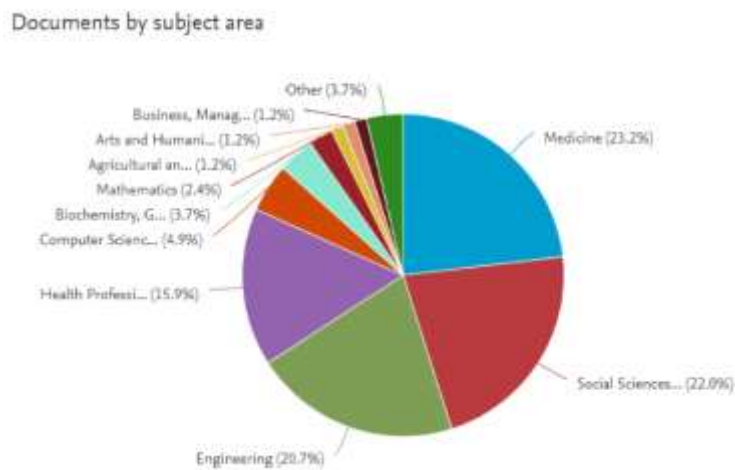
Figura 4. *Documentos por País*



Adaptado de [8].

Figura 5. *Documentos por año*

Adaptado de [8].

Figura 6. *Documentos por área de estudio*

Adaptado de [8].

Como se concluyó en el resultado del análisis de la validación de las relaciones musco esqueléticas con las actividades que ejecutan los trabajadores del sector de la construcción, durante los últimos años el interés por la salud de los trabajadores del sector de la construcción ha crecido exponencialmente, y no solo se observa desde la perspectiva de la medicina si no también desde

las ciencias sociales y la ingeniería siendo el país de Estados Unidos el que encabeza la investigación de este tipo.

Los resultados presentados en la revisión sistemática de literatura se han visualizado diferentes alternativas en la manera en que se realizan las evaluaciones ergonómicas en la actualidad, por esta razón fue necesario indagar sobre los métodos de evaluación ergonómica y cuál era la aplicabilidad de cada uno de ellos, de tal fue que se pudiera determinar una evaluación de riesgos biomecánicos en una fase inicial. Las siguientes figuras presentan una descripción de los métodos de evaluación ergonómica:

Figura 7. Métodos de evaluación ergonómica

Métodos de evaluación de la ergonomía de puestos de trabajo	
1. Fuerza y Biomecánica	
El método de valoración del riesgo definido en la norma EN 1005-3 (Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas) proporciona una manera más simple de identificar y valorar de forma cuantitativa y cualitativa estos riesgos. El origen más común de las lesiones músculo-esqueléticas debidas a la carga física es la sobrecarga de las estructuras corporales del aparato locomotor. Estas sobrecargas pueden derivarse de niveles excesivos de esfuerzos, de la duración y de la repetitividad de los mismos.	
La Norma EN 1005-3 establece los límites de aplicación de fuerzas recomendados y el procedimiento de cálculo de los niveles de riesgo asociados a las mismas, permitiendo identificar situaciones potencialmente perjudiciales o el correcto diseño de máquinas y puestos de trabajo. La norma EN 1005-3 evalúa el riesgo basándose en la capacidad de generar fuerza de los usuarios o trabajadores siguiendo el esquema general de cálculo (Ver esquema)	
Paso A	
Se parte del tipo de acción de aplicación de fuerzas que se está evaluando y de la población de usuarios/trabajadores potenciales. Posteriormente se establece la distribución estadística de las fuerzas isométricas y se determina la fuerza isométrica máxima (FB). <i>¿Qué es la fuerza isométrica?</i> Es aquella en la que, durante se aplicación, no se produce una variación en la longitud del músculo, no provocándose ningún movimiento de la carga o punto de aplicación de la fuerza resistente.	
Paso B	
El riesgo no depende unicamente de la magnitud de la fuerza ejercida, también depende de: su duración, su frecuencia y su velocidad. A partir de esto se calcula la Fuerza Isométrica Máxima reducida (FBr) Ésta es la fuerza que, en las condiciones dadas (tipo de acción, población de trabajadores/usuarios, velocidad, frecuencia y duración de la acción) podría ejercerse sin una fatiga significativa. Para obtener FBr se multiplica FB por un conjunto de multiplicadores.	
Paso C	
La norma establece tres zonas de riesgo para las acciones de aplicación de fuerzas: Recomendada, No Recomendada y A evitar. Conocida la Fuerza Isométrica Máxima Reducida o Corregida (FBr). Seguido a esto se determina la fuerza máxima recomendada para la acción evaluada	

La figura 7 presenta un método de valoración del riesgo definido en la norma EN 10005-3, denominado fuerza y biomecánica, basado en la carga física. Así mismo, en las siguientes figuras se encuentran las descripciones de los métodos de evaluación ergonómica de los puestos de trabajo, basado en la carga postural, algunos de ellos son el Rula, Reba y Owas.

Figura 8. Método de evaluación ergonómica RULA

1. RULA																
El método Rula permite evaluar la exposición de los trabajadores a riesgos debidos al mantenimiento de posturas inadecuadas que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. a evaluación de la carga postural o carga estática, y su reducción en caso de ser necesario, es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos de trabajo.																
Parametros Generales																
Para una determinada postura RULA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto. En definitiva, RULA permite al evaluador detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural. RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas. Selecciona aquellas que se evaluarán por su duración, por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.																
El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.																
RULA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...)																
Aplicación del Método																
1	Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos: Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.															
2	Seleccionar las posturas que se evaluarán: Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.															
3	Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho: En caso de duda se analizarán los dos lados.															
4	Tomar los datos angulares requeridos: Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. Para esta tarea puedes emplear RULER, la herramienta de Ergonautas para medir ángulos sobre fotografías															
5	Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo: Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.															
6	Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación															
7	Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse: Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.															
8	Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario															
9	En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora															
Nivel de Actuación																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntuación</th> <th>Nivel</th> <th>Actuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 o 2</td> <td>1</td> <td>Riesgo Aceptable</td> </tr> <tr> <td>3 o 4</td> <td>2</td> <td>Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio</td> </tr> <tr> <td>5 o 6</td> <td>3</td> <td>Se requiere el rediseño de la tarea</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>4</td> <td>Se requieren cambios urgentes en la tarea</td> </tr> </tbody> </table>		Puntuación	Nivel	Actuación	1 o 2	1	Riesgo Aceptable	3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio	5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea	7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea
Puntuación	Nivel	Actuación														
1 o 2	1	Riesgo Aceptable														
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio														
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea														
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea														
Esquema de Puntuaciones																
Herramienta Ruler																
Ángulos entre segmentos corporales: Herramienta para medir ángulos entre diferentes miembros del cuerpo sobre fotografías.																

Figura 9. Método de evaluación ergonómica REBA

2. REBA									
El objetivo de REBA es valorar el grado de exposición del trabajador al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas. REBA es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido en la práctica. De forma general REBA es un método basado en el conocido método RULA, diferenciándose fundamentalmente en la inclusión en la evaluación de las extremidades inferiores (de hecho, REBA es el acrónimo de Rapid Entire Body Assessment).									
Parametros Generales									
El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. REBA es un método de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas.									
Resumen del Método REBA									
<ul style="list-style-type: none"> - Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético. - Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y considera tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas. - Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas realizado con las manos o con otras partes del cuerpo. - Considera el tipo de agarre de la carga manejada. - Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas, o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura. - El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención. 									
El método REBA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán.									
Divisiones de REBA									
REBA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el Grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.									
Aplicación del Método									
1	Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos: Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.								
2	Seleccionar las posturas que se evaluarán: Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.								
3	Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho: En caso de duda se analizarán los dos lados.								
4	Tomar los datos angulares requeridos: Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. Para esta tarea puedes emplear RULER, la herramienta de Ergonautas para medir ángulos sobre fotografías								
5	Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo: Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.								
6	Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación								
7	Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse: Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.								
8	Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario								
9	En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora								
Puntuaciones Parciales									
La Tabla 14 muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad más a la puntuación anterior (Tabla 15). En adelante la puntuación del Grupo A, incrementada por la carga o fuerza, se denominará Puntuación A.									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Carga o fuerza</th> <th style="width: 30%;">Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga o fuerza menor de 5 Kg</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg</td> <td style="text-align: center;">+1</td> </tr> <tr> <td>Carga o fuerza mayor de 10 Kg</td> <td style="text-align: center;">+2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabla 14: incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.</p>		Carga o fuerza	Puntuación	Carga o fuerza menor de 5 Kg	0	Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg	+1	Carga o fuerza mayor de 10 Kg	+2
Carga o fuerza	Puntuación								
Carga o fuerza menor de 5 Kg	0								
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg	+1								
Carga o fuerza mayor de 10 Kg	+2								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Carga o fuerza</th> <th style="width: 30%;">Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente</td> <td style="text-align: center;">+1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabla 15: incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.</p>		Carga o fuerza	Puntuación	Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1				
Carga o fuerza	Puntuación								
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1								
La Tabla 16 muestra los incrementos a aplicar según la calidad del agarre y la Tabla 17 muestra ejemplos para clasificar la calidad del agarre. La puntuación del Grupo B modificada por la calidad del agarre se denominará Puntuación B.									

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Buena	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Mala	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro; no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Tabla 16: Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.



Tabla 17: Ejemplos de agarres y su calidad.

Nivel de Actuación

se proponen diferentes Niveles de Actuación sobre el puesto. El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación.
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 21: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Esquema de Puntuaciones

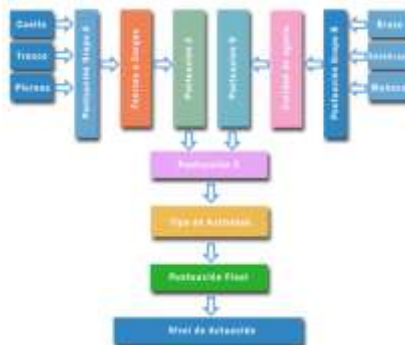






Figura 10. Método de evaluación ergonómica OWAS

3.OWAS		
El método Owas permite la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo. Owas se caracteriza por su capacidad de valorar de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. Como contrapartida, Owas proporciona valoraciones menos precisas que los anteriores.		
El método Owas es un método observacional, es decir, parte de la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares. Las posturas observadas son clasificadas en 252 posibles combinaciones según la posición de la espalda , los brazos , y las piernas del trabajador, además de la magnitud de la carga que manipula mientras adopta la postura.		
Cada postura observada es clasificada asignándole un código de postura. A partir del código de cada postura se obtiene una valoración del riesgo o incomodidad que supone su adopción asignándole una Categoría de riesgo (Owas distingue cuatro Niveles o Categorías de riesgo para cada postura).		
el método determina la Categoría de riesgo de cada una de ellas individualmente. Posteriormente se evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) de forma global, es decir, considerando todas las posturas adoptadas.		
Aplicación del Metodo		
1	Determinar si la tarea debe ser dividida en varias fases (evaluación simple o multi-fase): Si las actividades desarrolladas por el trabajador son muy diferentes en diversos momentos de su trabajo se llevará a cabo una evaluación multifase.	
2	Establecer el tiempo total de observación de la tarea dependiendo del número y frecuencia de las posturas adoptadas: Habitualmente oscilará entre 20 y 40 minutos.	
3	Determinar la frecuencia de observación o muestreo: Indicar cada cuánto tiempo se registrará la postura del trabajador. Habitualmente oscilará entre 30 y 60 segundos.	
4	Observación y registro de posturas: Observación de la tarea durante el periodo de observación definido y registro las posturas a la frecuencia de muestreo establecida. Pueden tomarse fotografías o vídeos desde los puntos de vista adecuados para realizar las observaciones. Para cada postura se anotará la posición de la espalda, los brazos y las piernas, así como la carga manipulada y la fase a la que pertenece si la evaluación es multifase.	
5	Codificación de las posturas observadas: A cada postura observada se le asignará un Código de postura que dependerá de la posición de cada miembro y la carga. Se emplearán para ello las tablas correspondientes a cada miembro	
6	Calculo de la Categoría de riesgo de cada postura: A partir de su Categoría de riesgo se identificarán aquellas posturas críticas o de mayor nivel de riesgo para el trabajador.	
7	Cálculo del porcentaje de repeticiones o frecuencia relativa de cada posición de cada miembro: Se calculará el porcentaje de cada posición de cada miembro (espalda, brazos y piernas) respecto al total de posturas adoptadas.	
8	Cálculo de la Categoría de riesgo para cada miembro en función de la frecuencia relativa: Se conocerá así qué miembros soportan un mayor riesgo y la necesidad de rediseño de la tarea.	
9	Determinar, en función de los resultados obtenidos, las acciones correctivas y de rediseño necesarias	
10	En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la tarea con el método Owas para comprobar la efectividad de la mejora	
Si las actividades desarrolladas por el trabajador son muy diferentes en diversos momentos de su trabajo se establecerá una división en diferentes fases de trabajo y se llevará a cabo una evaluación multifase. En general el periodo de observación y registro de posturas de la tarea oscilará entre 20 y 40 minutos. La frecuencia de muestreo indica cada cuánto tiempo se debe registrar la postura del trabajador. En general las posturas deben recogerse a intervalos regulares de tiempo, habitualmente entre 30 y 60 segundos		
Un mayor número de posturas registradas permite una mayor precisión en la valoración. Se estima que a partir de 100 posturas el error máximo es del 10%. El límite de error basado en 200, 300 y 400 observaciones son 7 % , 6 % y 5 % respectivamente.		
Calculo del Riesgo		
Categoría de riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
	La carga causada por esta postura tiene efectos sustancialmente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

De acuerdo con los métodos encontrados se pudo establecer la aplicabilidad para cada uno de los métodos de evaluación ergonómica, desde un nivel de evaluación avanzado hasta un nivel básico.

Para aplicar una evaluación ergonómica básica, requiere unir por lo menos dos herramientas diferentes para cubrir tanto la sintomatología osteomuscular como los factores de riesgos ergonómicos, debido a esto, fue necesario encontrar una metodología que relacionara las diferentes variables osteomusculares con los riesgos a los que se exponen los trabajadores del sector de la construcción; mediante los resultados analizados bibliográficamente, se evidenció que las partes del cuerpo más afectadas en los trabajadores son cuello, hombros, brazos, espalda, rodillas y pies, teniendo en cuenta, que estos problemas osteomusculares están relacionados con el espacio de trabajo, el esfuerzo físico y las herramientas que utilizan en las actividades en obra.

Por otro lado, se realizó una investigación acerca de las diferentes fases por las que pasa una obra civil, ya que una parte fundamental de la herramienta a diseñar es identificar con mayor precisión la etapa en la que los trabajadores de la construcción presentan mayores problemas, tanto en su salud osteomuscular, como en la parte ergonómica, para lograr esto se realizó un cuadro donde se muestran las actividades y las fases de una obra como se observa en la figura 12.

Figura 11. *Fases de la construcción*

Fases de Construcción de una obra	
Etapa 1: Preliminares	
Se define como el asilamiento de la obra, comprende la referenciación de las áreas a construir el proyecto mediante la localización de ejes para obras a construir	
Actividades en la Etapa 1	
Tala de arboles	Retiro de escombros
Replanteo	Cerramiento provicional con zinc
Provisionales de obra, energía, agua	Campamento de obra (Oficinas)
Bodegas de almacen, unidad sanitaria	localización y control topográfico
Etapa 2: Movimientos de tierra	
Modificaciones realizadas al terreno para la ejecución de una obra. Se puede realizar de forma manual o mecanica, y se inicia con la limpieza de escombros.	
Actividades en la Etapa 2	
Limpieza mecánica	Corte y cargue, medido en banco
Terraplen compactado al 95%	Transporte sobrante de la excavación

Etapas 3: Redes de Alcantarillado	
Red Sanitaria	Red Pluvial
Se debe diseñar para descargar aguas residuales a través de redes de tubería, incluyendo cajas de inspección, accesorios,	Es aquella que conduce las aguas lluvias a un sistema de disposición final
Actividades 3,1 Red Sanitaria	Actividades 3,2 Red pluvial
Actividades en la Etapa 3,1	Actividades en la Etapa 3,2
Excavación de máquina en zanja	Excavación a máquina
Excavación a mano	Excavación a mano
Relleno granular cimentación	Rellenos granular y atraque de tuberías
Relleno compactado	Relleno compactado al 95%
Tuberías de aguas negras	Tubería PVC estructural Ø=6"
Tubería PVC estructural	Tubería PVC estructural Ø=8"
Caja de inspección 60x60 cm	Desarenador
Caja de inspección 70x70 cm	Caja de inspección de 70x70 cm
Pozo de inspección Ø=1,20 m	Pozo de inspección Ø=1,20 m
Etapas 4 Redes electricas	
Red de alta tensión	Acometidas-tableros de baja tensión
Son aquellas redes de mayor tensión en el sistema eléctrico, son las que tienen mayor longitud y mayor potencia	Sistema eléctrico de recorrido corto, llega a una subestación eléctrica a un tablero de distribución llamado acometida
Actividades 4,1 red de alta tensión	Actividades 4,2 acometidas- baja tensión
Postes de concreto	Planta de emergencia
Estructura de retención	Acometida B.t 6No 2/0 Cu-THHN
conductor de área ACSR 3No 2/0	Tablero general de baja tensión
Cámara de inspección sencilla	Banco de condensadores para 45 KVAR
Puerta Contrafuegos	Bandeja de portacables cerrada 30x8 cm
Malla para tierra subestación	Subacometida 3No 2/0 Cu-THHN
Enlace de sistema atraparayos	Desfogue planta de emergencia 4"
Etapas 5 Pavimentos	
Conjunto de capas que recibe de forma directa las cargas de tránsito y transmiten en forma disipada, proporcionando superficie de rodamiento, que debe funcionar efectivamente	
Actividades de la Etapa 5	
Replanteo y compactación de subrasante	Pavimento rígido MR 35
Sello de juntas en pavimento	Topellantas parqueos
Etapas 6 Cimientos	
Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales que tienen por misión la transmisión de cargas de la edificación o de cualquier elemento que este apoyado	
Actividades de la Etapa 6	
Excavación manual, incluye trasiego	Rellenos manuales compactados al 90%
Relleno de material filtrante con geotextil	Concreto de 3.000 psi para zapatas
Concreto de 3000psi para vigas de cimentación	Concreto de 3.000 psi para muros de contención

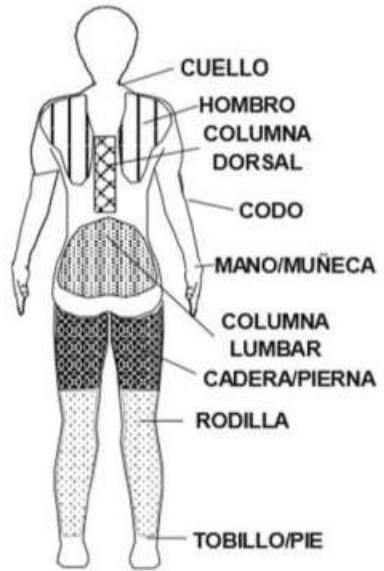
Etapa 7 Estructuras de concreto	
Se conocen como el conjunto de elementos que forman entre si un orden constructivo, que cumplen funciones especificas y de diferentes materiales, las cuales van creando un sistema constructivo	
Actividades en la Etapa 7	
Concreto de 4000 psi para columnas	Concreto de 3000ps para placa
Concreto de 3.000 psi para vigas	Concreto de 3.000 psi para escaleras
Acero de refuerzo $f_y=4.200$ k/cm ²	Malla Electrosoldada
Etapa 8 Estructura metálica	
Las estructuras de acero permiten construcciones resistentes y livianas, es un material versatil	
Actividades en la Etapa 8	
Fabriación y montaje de estructura metalica	Columnas metalicas $\varnothing= 20"$ $t=12,7$ mm
Perfiles PHR C 355X110 2,5mm	Escalera metálica en caracol D=1.20m
Etapa 9 Mampostería	
La mampostería es la unión de bloques o ladrillos de arcilla o de concreto con un mortero de pega para conformar sistemas monoliticos tipo muro	
Actividades en la Etapa 9	
Replanteo de mamposteria	Muro en Concreto no estructural
Muro en ladrillo estructural E-14	Juntas de dilatación en fachada
Muros en superboard con lamina de 12 mm	Aislante térmico tipo frescasa
Etapa 10 Elementos no estructurales	
Es cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en la division de la estructura en pro del diseño	
Actividades en la Etapa 10	
Dinteles en concreto	Descolgados en concreto
Vigas de confinamiento	Columnas de confirmamiento
Fijacion de elementos de fachada	Separadores de ductor
Etapa 11 Frisos	
Se define como el proceso constructivo utilizando morteros que preparan la superficie para aplicar los acabados de obra	
Actividades de la Etapa 11	
Friso liso en muros interiores	Friso liso impermeabilizado
Frisos y dilataciones (interiores, exteriores)	Friso liso impermeabilizado
Etapa 12 Impermeabilización y cubiertas	
Es la protección contra efectos que el agua puede causar a una edificación y se debe considerar como un seguro de vida del edificio	
Actividades de la Etapa 12	
Realces perimetrales en cubierta	Tratamiento de juntas
Canal en lamina para remate de teja	Mortero de impermeabilización
Domos en policarbonato	Elemento remate acero galvanizado

Etapa 13 Enchapes	
Son recubrimientos que se aplican a diferentes elementos constructivos como muros, escaleras	
Actividades de la etapa 13	
Echape en Porcelanato para baños	Poceta lavatraperos (incluye mampostería y enchape)
Etapa 14 Carpintería Metálica	
Se le define carpintería metálica a todo aquellos elementos y componente de la obra que se ensamblan con metales como aluminio acero y otros	
Actividades de la etapa 14	
Celosia C-40 en aluzinc	Tipos de Ventanas y puertas
Escaleras tipo gato 2" y pasos de 1.1/4"	Celoscreen de Hunter Douglas en aluzin liso
Pasamanos soporte minusvalidos	Divisiones de baño en acero inoxidable de Socoda
Etapa 15 Pinturas	
La pintura arquitectónica es una forma de pintura de género donde el enfoque predominante se encuentra en la arquitectura, tanto en vistas al aire libre como en interiores	
Actividades en la Etapa 15	
Estuco y pintura en vinilo en muros interiores	Estuco plástico y pintura tipo Koraza para exteriores
Estuco y pintura en vinilo tipo 2 bajo placas	Lineas de demarcación parqueaderos

Conociendo las diferentes etapas de la construcción, y a partir de los métodos de evaluación ergonómica, se procedió a investigar una metodología que funcione en la herramienta de recolección de datos, llegando a la selección del Cuestionario Nórdico, ya que es utilizada e difundida en la salud ocupación para detectar la sintomatología asociada a los trastornos musculo esqueléticos de forma prematura, antes de que se presenten como enfermedades profesionales, lo que indica que es de carácter preventivo, en la figura 13 se observa cómo evalúa el Cuestionario Nórdico.

Figura 12. Cuestionario Nórdico

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN				
Fecha consulta: _____	Sexo: F ___ M ___	Año nacimiento: _____	Peso: _____	Talla: _____
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo? Años: _____ Meses: _____				
En promedio, ¿cuantas horas a la semana trabaja? Horas: _____				
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR				
Para ser respondido por todos				
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en:				
Cuello	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Hombro	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Codo	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Muñeca	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Espalda alta (región dorsal)	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Espalda baja (región lumbar)	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas caderas / piernas	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas rodillas	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Uno o ambos tobillos / pies	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		

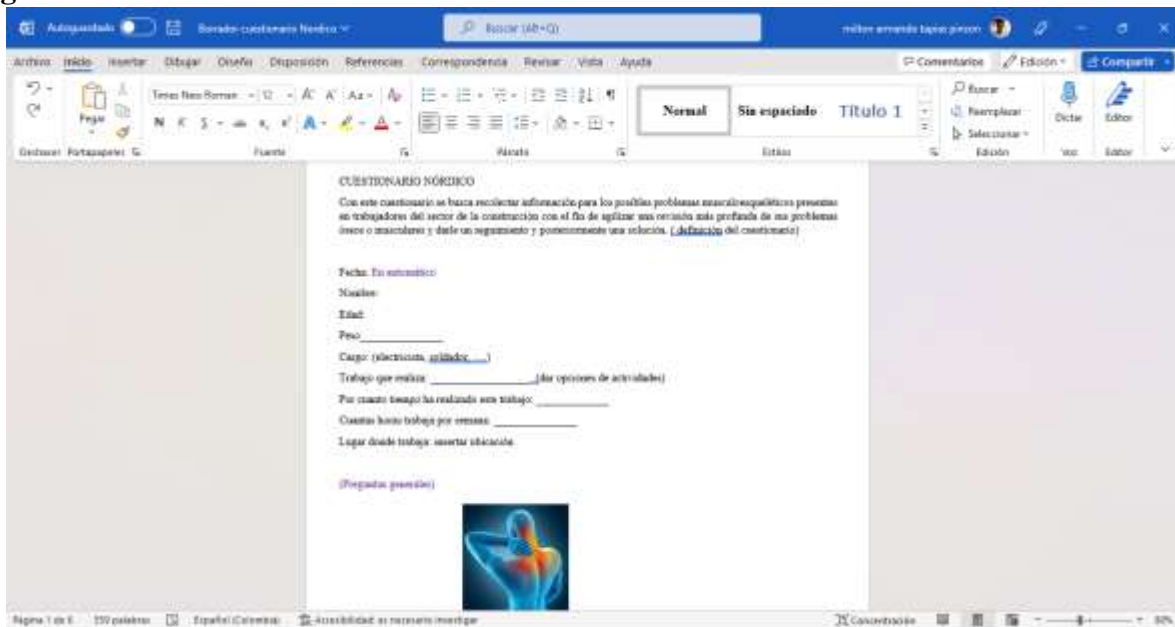


Tomado de [16].

A partir de este cuestionario seleccionado, se realizó un borrador donde se empezarían a modificar las preguntas para su fácil comprensión de modo que no afecte el resultado a la hora de ser implementada, por consiguiente, en la modificación se empezaron a hacer preguntas que contenían texto tipo pregunta dónde la mayoría de las preguntas es seleccionar una única respuesta. El cuestionario se dividió en diferentes partes, una donde se toman los datos generales, como el nombre, la edad, el cargo y oficio que desempeña y tiempo que lleva ejerciéndolo y como un dato extra que resulta ser diferente e importante es la ubicación espacial, una segunda parte trata de los síntomas musculo esqueléticos que están presentes en los trabajadores y una tercera parte son las

preguntas relacionadas a los riesgos ergonómicos en el cual se tiene en cuenta el esfuerzo físico, las dimensiones donde realiza el trabajo y las herramientas que utiliza para ejercer su actividad durante la obra de construcción.

Figura 13. Borrador del Formulario



CUESTIONARIO NOROCCO

Con este cuestionario se busca recopilar información para los posibles problemas musculoesqueléticos presentes en trabajadores del sector de la construcción con el fin de aplicar una revisión más profunda de sus problemas óseos o musculares y darle un seguimiento y posteriormente una solución. [\[definición del cuestionario\]](#)

Fecha: En entérico: _____

Nombre: _____

Edad: _____

Peso: _____

Cargo: (electrista, albañil, ...) _____


Trabajo que realiza: _____ (dar opciones de actividades)

Por cuanto tiempo ha realizado ese trabajo: _____

Cuanto tiempo trabaja por semana: _____

Lugar donde trabaja: inserta ubicación _____

(Preparar impresión)



Una vez hecho el borrador se procede a digitalizarlo en el Software Survey 123 basado en Arc Gis de tal modo que permita pueda el trabajador pueda observar cada pregunta de una forma más organizada y simple.

Se utilizo la Herramienta de Survey 123, para realizar el cuestionario el cual es de acceso fácil y remoto con lo que facilita la obtención de diferentes datos de una forma más rápida y en la cual una vez se obtengan los resultados, es posible analizarlos en la misma aplicación web sin la necesidad de recurrir a un software externo.

Figura 14. *ArcGIS Survey 123*

Adaptado de [8].

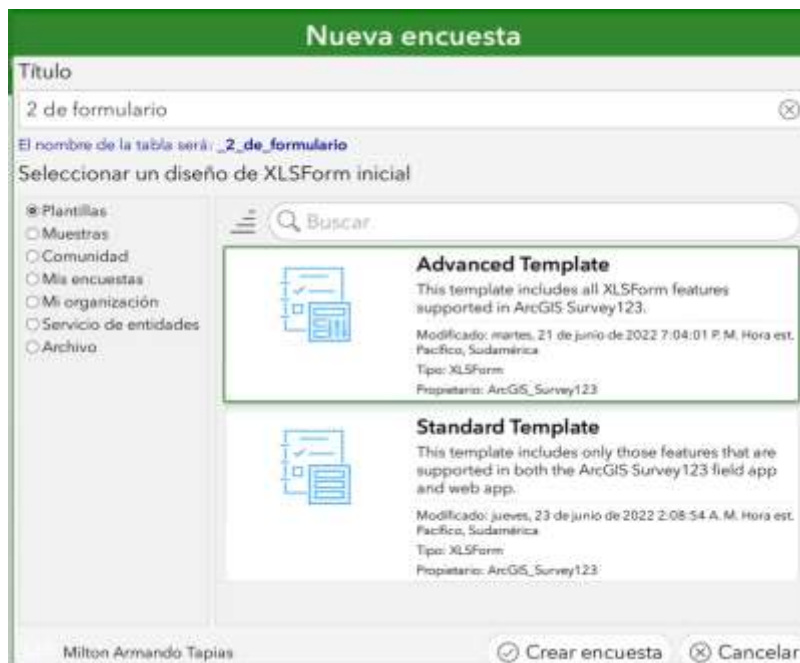
Para el diseño de la encuesta fue necesario utilizar el modo de Survey 123 Connect que proporciona funciones más avanzadas a través de un formulario tipo XLS (Excel).

Figura 15. *ArcGIS Survey 123 connect*

Adaptado de [8].

Se crea una nueva encuesta a través de un Xlsform en la cual se puede seleccionar a partir de diferentes plantillas, escogiendo una plantilla estándar para el trabajo de investigación.

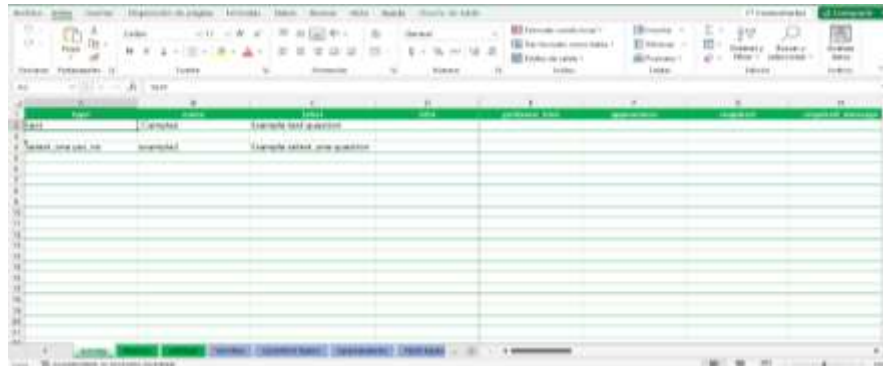
Figura 16. *Diseño Xlsform*



Adaptado de [8].

Al seleccionar la plantilla se muestra un documento tipo Excel, el cual presenta diferentes hojas y columnas preasignadas donde cada una de ellas describe una función específica para la encuesta.

A partir del borrador realizado en un inicio se empiezan a asignar las preguntas y opciones de respuesta en el formato xls de Survey123, asignando un nombre tipo etiqueta a cada una de las preguntas.

Figura 17. Borrador a Excel

Adaptado de [8].

Figura 18. Formato XLS

type	nombre	etiquet	hint	publicar_hint	aproximacion	respuesta
begin_group	General	Datos Generales:				
date	Fecha	Fecha				
text	nombre	Nombre completo				yes
select_one edad	edad	Edad			horizontal	yes
select_one cargo or other	cargo	¿Dónde cargo tiene en la obra?			horizontal	yes
text	funcion	¿Qué actividad desarrolla actualmente en el cargo?			horizontal	yes
select_one trabaja	trabaja	¿Hace cuánto tiempo desarrolla esta actividad?			horizontal	yes
select_one horas	horas	¿Cuántas horas trabaja por semana?			horizontal	yes
geopoint	ubicacion	Lugar donde trabaja	Indique su ubicación presionando el punto que aparece en el recuadro rojo			

Adaptado de [8].

Las preguntas de opción múltiple se deben asignar de diferente forma, en la hoja de “choices” se escriben las opciones de respuesta con la etiqueta de la pregunta escrita en la hoja de “Survey”.

Figura 19. Opción Múltiple de Respuesta

	A	B	C	D	E
1	list_name	name	label	media:lanage	media:audio
2	Cargo	topografo	Topógrafo		
3	Cargo	oficial de obra	Oficial de obra		
4	Cargo	Albañil	Albañil		
5	Cargo	electricista	Electricista		
6	Cargo	encofrador	Encofrador		
7	Cargo	Enfoscador	Enfoscador		
8	Cargo	ferrallista	Ferrallista		
9	Cargo	soldador	soldador		
10	Cargo	Pintor	Pintor		
11	Cargo	Alicatador	Alicatador		
12					
13	edad	18-25	18-25		
14	edad	25-40	25-40		
15	edad	40-50	40-50		
16	edad	50-60	50-60		
17	edad	Más de 60	Más de 60		
18					
19	trabaja	De 1 a 3 meses	De 1 a 3 meses		
20	trabaja	De 3 a 6 meses	De 3 a 6 meses		
21	trabaja	De 6 a 12 meses	De 6 a 12 meses		
22					
23	trabaja	Más de 12 meses	Más de 12 meses		

Adaptado de [8].

A medida que se van realizando las preguntas y las opciones de respuesta se guarda automáticamente el documento en la plataforma del Survey 123 connect, además de esto, en cada dispositivo se visualiza la forma final de la encuesta.

Figura 20. Encuesta en el dispositivo

Encuesta Sintomatológica

Encuesta Sintomatológica

Datos Generales

Fecha

Nombre Completo *

Edad *

18-25 25-40
40-50 50-60
Más de 60

¿Qué cargo tiene en la obra? *

Topografo Oficial de obra
Albañil Electricista
Encofrador Enfoscador
Ferrallista Pintor

Ajustar a pantalla:
Horizontal 16:9
Horizontal 4:3
Monitor negro
Fondal negro
Smartphone negro
Tablet horizontal negro
Tablet vertical negro
Vertical 16:9

Participante Datos Generales Mapa Contenido encuesta Siguiente

Adaptado de [8].

Una vez finalizada la encuesta; y se han ultimado detalles, el paso final es la publicación de la encuesta, donde se puede compartir a través de un código QR o un enlace web para que la empresa constructora pueda aplicarla en sus trabajadores y ellos a su vez contestarlo en un computador, Tablet o smartphone.

Figura 21. *Publicación de la encuesta*



Adaptado de [8].

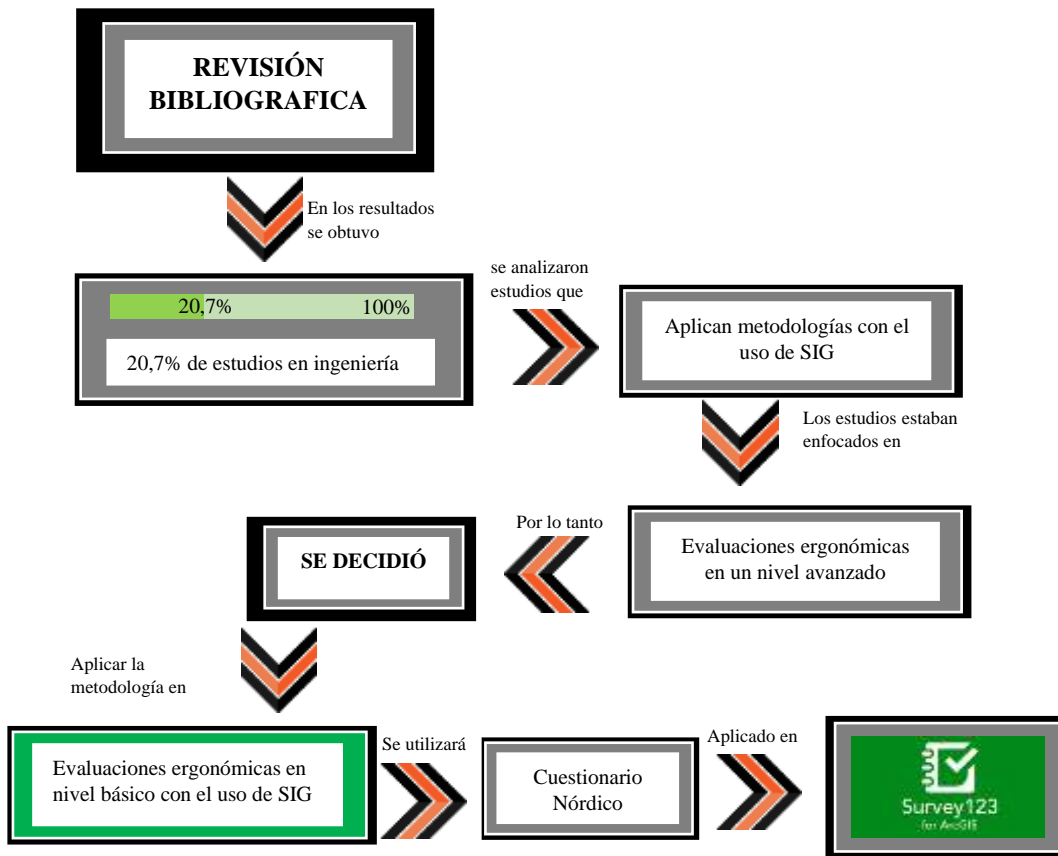
6. Resultados

En esta fase de resultados se observa a detalle cada sección de preguntas donde se toman los datos generales, datos específicos y por último la sección de evaluación ergonómica, cada una de esas secciones tiene una serie de preguntas las cuales serán descritas más adelante, por otro lado, también se da como resultado lo que el administrador web de Survey 123 permite una vez se han tomado datos.

En la Figura 17 se observa cómo la revisión bibliográfica fue punto clave en de la decisión de utilizar el cuestionario nórdico en una herramienta basada en un sistema de información

geográfica como lo es el Survey 123, este procedimiento ayuda a comprender la importancia de las tecnologías actuales en diferentes ámbitos laborales, en este caso como una herramienta de formularios basada en Arc Gis la cual brinda a diferentes empresas del sector de la construcción poder llevar un seguimiento en una fase inicial en la sintomatología de los trastornos musculo esqueléticos de los trabajadores, lo cual en la actualidad, solo se empieza a considerar cuando se hacen evaluaciones ergonómicas a profundidad realizadas por un profesional, lo que indicaría que, antes de estas evaluaciones no se conoce la situación sintomatológica frente a los trastornos musculo esqueléticos de los trabajadores, ni un seguimiento de sus problemas de salud.

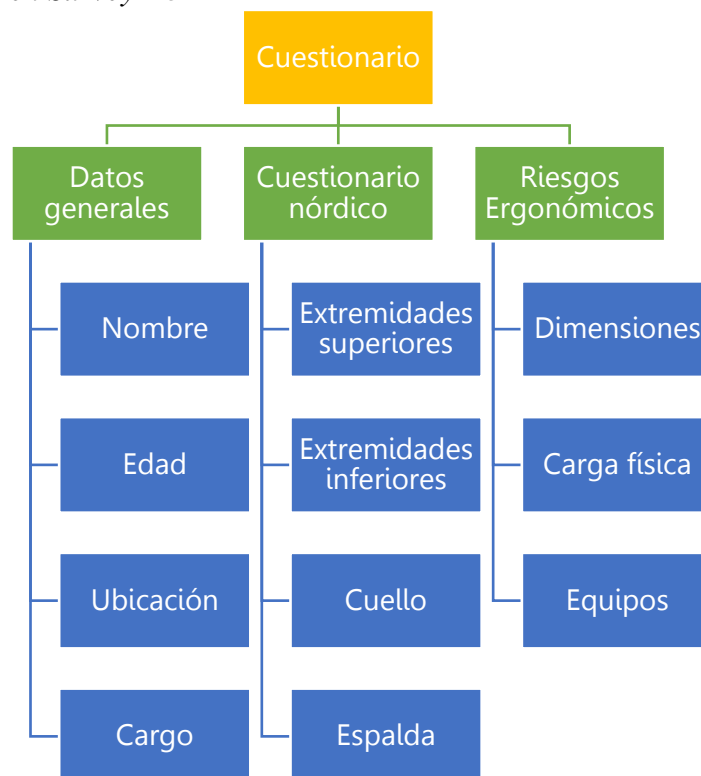
Figura 22. *Gráfico de resultados*



Como resultado final se encuentra la encuesta sintomatológica en la que el trabajador tiene la posibilidad de responder el formulario paso a paso, esta encuesta está diseñada de tal forma que un trabajador cualquiera pueda responder, la empresa es quien decide en qué momento aplicar la encuesta y con qué frecuencia hacerlo, lo ideal es que no pase más de 30 días sin que se aplique.

La siguiente figura representa la división el cuestionario que se diseñó en Survey 123 de ArcGis, el cual consta de 3 partes, la primera son los datos generales asociados a los trabajadores, la segunda parte es el Cuestionario Nórdico y finalmente los riesgos ergonómicos asociados a los trabajadores del sector de la construcción.

Figura 23. *Cuestionario en Survey123*



6.1 Datos generales

En la figura 24 se encuentran las preguntas fundamentadas en los datos generales por parte de los trabajadores del sector de la construcción.

Figura 24. Encuesta de sintomatología

The screenshot displays a mobile application interface for a 'Encuesta Sintomatologica' (Symptomatology Survey). The main content area is titled 'Encuesta Sintomatologica' and contains a section for 'Datos Generales' (General Data). This section includes the following fields and options:

- Fecha:** A date selection field.
- Nombre Completo *:** A text input field for the worker's full name.
- Edad *:** A radio button selection for age groups: 18-25, 25-40, 40-50, 50-60, and Más de 60.
- ¿Qué cargo tiene en la obra? *:** A radio button selection for job roles: Topógrafo, Oficial de obra, Albañil, Electricista, Encofrador, Enfoscador, Ferrallista, soldador, Pintor, Alicatador, and Other.

The interface also features a left sidebar with icons for 'Inicio', 'Actualizar', 'Archivos', and 'Publicar', and a bottom navigation bar with icons for 'Formulario', 'Opciones', 'Mapa', 'Consultas vinculadas', 'Scripts', and 'Equipos'.

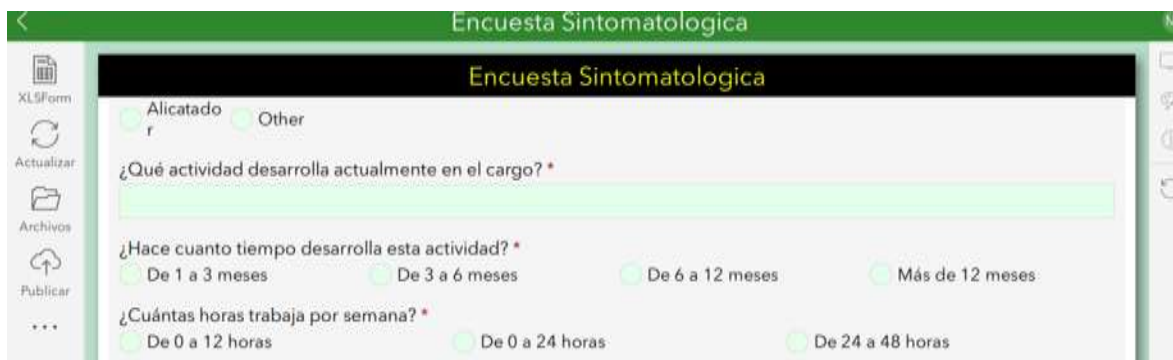
Adaptado de [8].

El diseño de la encuesta está distribuido en diferentes segmentos, la primera parte es la opción de datos generales donde se realizan preguntas por:

- ✓ La fecha: la cual es puesta en automático en el momento en que el trabajador está empezando a contestar la encuesta, de esta forma se lleva un control de tipo temporal con las condiciones físicas de los trabajadores.
- ✓ El nombre del trabajador: nos permite saber la identificación y poder tener un seguimiento específico en el caso de que se necesite.

- ✓ La edad: ayuda a saber que trabajadores pueden llegar a estar más expuestos a una dolencia o lesión musculoesquelética, debido a que diferentes estudios han demostrado que la edad está relacionada con la productividad y el rendimiento de los trabajadores.
- ✓ El cargo: en la obra permite conocer cuál es el rol de cada trabajador en el sitio de trabajo, de esta forma permite realizar un filtro por cargos obteniendo información que puede ser útil para mejorar las condiciones en un tipo de trabajo específico.

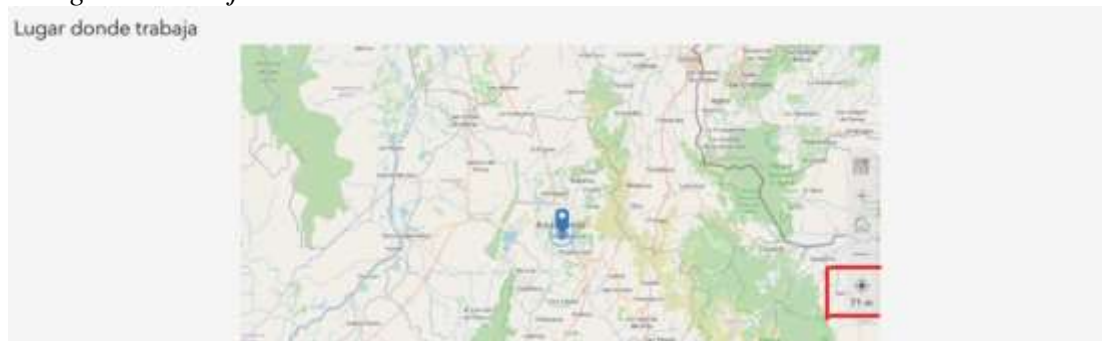
Figura 25. *Parámetros de la encuesta*



Adaptado de [8].

En la Figura 19 hace referencia a la actividad que desarrolla el trabajador de la construcción en el cargo, en decir las actividades que realiza en obra, mediante esta información se podría intuir cuáles son las posibles acciones que están afectado al trabajador.

Además de esto, en la Figura 19 se observa el tiempo por el cual ha realizado la actividad y la cantidad de horas que trabaja a la semana muestra cuanto ha estado expuesto a una actividad de riesgo alto o a una actividad que se está ejecutando mal.

Figura 26. *Lugar de trabajo*

Adaptado de [8].

El lugar de trabajo permite mostrar la ubicación donde el trabajador ha estado ejecutando sus labores, de esta forma permite saber que actividades realiza y donde las ha realizado, una forma muy útil cuando los trabajadores están desplazándose en diferentes obras en determinado tiempo.

6.2 Cuestionario Nórdico

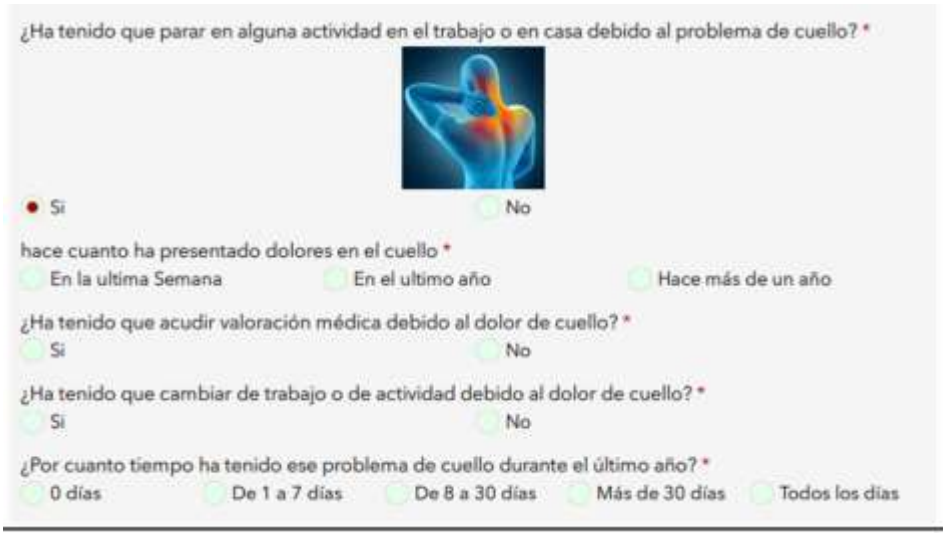
En las siguientes figuras se describen las preguntas adaptadas del Cuestionario Nórdico, las cuales son preguntas sencillas para que el trabajador pueda comprender que se le está preguntando.

Figura 27. *Datos específicos del Cuestionario Nórdico*Una imagen de un formulario digital con el título '- Datos específicos'. La pregunta principal es: '¿En el último año ha tenido algún tipo de problema, dolor o molestia en alguna de las siguientes partes del cuerpo? *'. A continuación, hay una lista de opciones con imágenes pequeñas que representan cada parte del cuerpo: 'cuello', 'hombro', 'codo', 'muñeca', 'espalda alta', 'espalda baja', 'cadera', 'rodilla', 'pie' y 'No le duele nada'.

Adaptado de [8].

Cada trabajador de la construcción responde cual es la zona en específica del cuerpo que presenta dolor, seleccionando una o varias opciones, las cuales se despliega una ventana con nuevas preguntas con cada parte del cuerpo, estas preguntas ya van más específicas a la zona que el trabajador seleccionó.

Figura 28. *Opciones de respuesta*



¿Ha tenido que parar en alguna actividad en el trabajo o en casa debido al problema de cuello? *

Sí No

hace cuanto ha presentado dolores en el cuello *

En la última Semana En el último año Hace más de un año

¿Ha tenido que acudir valoración médica debido al dolor de cuello? *

Sí No

¿Ha tenido que cambiar de trabajo o de actividad debido al dolor de cuello? *

Sí No

¿Por cuanto tiempo ha tenido ese problema de cuello durante el último año? *

0 días De 1 a 7 días De 8 a 30 días Más de 30 días Todos los días

The form includes a central image of a human torso with a heatmap overlay on the neck and shoulder area, indicating the focus of the survey.

Adaptado de [8].

Un ejemplo clave utilizado en el sistema aplicativo es: si se selecciona que presenta el dolor de cuello, la pregunta más importante es si ha tenido que detenerse en el trabajo por el dolor de cuello, si la respuesta es afirmativa se despliega una serie de preguntas en las cuales se tiene en cuenta, desde hace cuánto presenta el dolor o lesión, si ha acudido al médico, si ha tenido que cambiar de trabajo y por cuanto tiempo durante el año ha persistido el dolor; esta serie de preguntas permite identificar la gravedad del dolor y la importancia de empezar con un análisis más profundo en el trabajador debido a cada uno de sus dolores.

Figura 29. Riesgo Ergonómico

- RIESGOS ERGONÓMICOS

- Dimensiones

La superficie donde realizo mi trabajo es muy alta o muy baja. *

Sí No

El espacio disponible en mi área de trabajo es insuficiente y no permite los movimientos necesarios para realizar la tarea *

Sí No

Realizo alcances a zonas, elementos o herramientas de trabajo que están muy alejados del cuerpo. *

Sí No

Adaptado de [8].

6.3 Ficha de evaluación ergonómica

En cuanto a la ficha de evaluación ergonómica se verifican si cumplen con las dimensiones generales del espacio teniendo en cuenta la altura, el área, y la distancia de las herramientas de trabajo, permitiendo así caracterizar un posible problema en el área de trabajo. Así mismo, es importante definir los movimientos con objetos pesados, la distancia a la que se tienen que mover, la postura en que el trabajador mueve los objetos y la frecuencia con la que realiza un determinado trabajo en la que tiene que levantar objetos pesados, con el fin de determinar un sobre esfuerzo por parte del trabajador lo que podría concluir en algún dolor o lesión musculo esquelético.

Figura 30. Carga Física

- Carga física

En mi puesto de trabajo tengo que manipular (levantar, transportar, etc.), materiales pesados o en condiciones inadecuadas. *

Sí No

Se empujan y/o arrastran manualmente cargas distancias superiores a 2 metros. *

Sí No

Durante la jornada de trabajo adopto posturas de trabajo forzadas o incómodas de manera repetida o prolongada. *

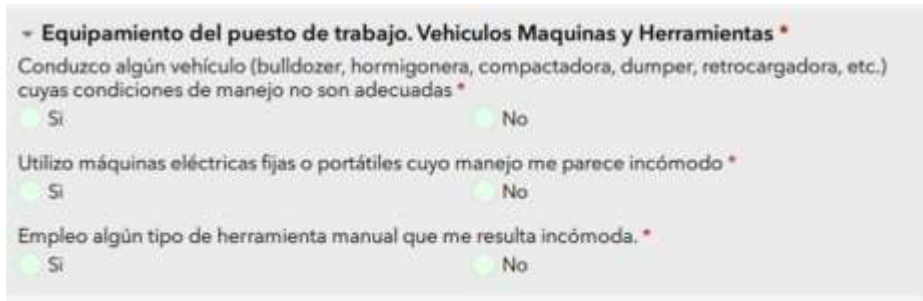
Sí No

Tengo que realizar movimientos repetitivos durante alguna de las tareas. *

Por ejemplo, tareas con o sin herramientas que duran muy poco y se repiten continuamente como: martillar frecuentemente sobre una superficie, atado de barras en el puesto de ferrallista, lijado de superficies en el puesto de pintor, etc.

Sí No

Adaptado de [8].

Figura 31. *Equipo en el puesto de trabajo*

- Equipamiento del puesto de trabajo. Vehículos Maquinas y Herramientas *

Conduzco algún vehículo (bulldozer, hormigonera, compactadora, dumper, retrocargadora, etc.) cuyas condiciones de manejo no son adecuadas *

Si No

Utilizo máquinas eléctricas fijas o portátiles cuyo manejo me parece incómodo *

Si No

Empleo algún tipo de herramienta manual que me resulta incómoda. *

Si No

Adaptado de [8].

Por último, en la evaluación de riesgos ergonómicos se tiene en cuenta los vehículos, máquinas y herramientas donde se consideran las condiciones de manejo, la comodidad de manejo tanto de máquinas como de herramientas, por lo general este tipo de equipamiento repercute en dolencias osteomusculares, debido a la larga exposición y comodidad del trabajador al usar la maquina o herramienta.

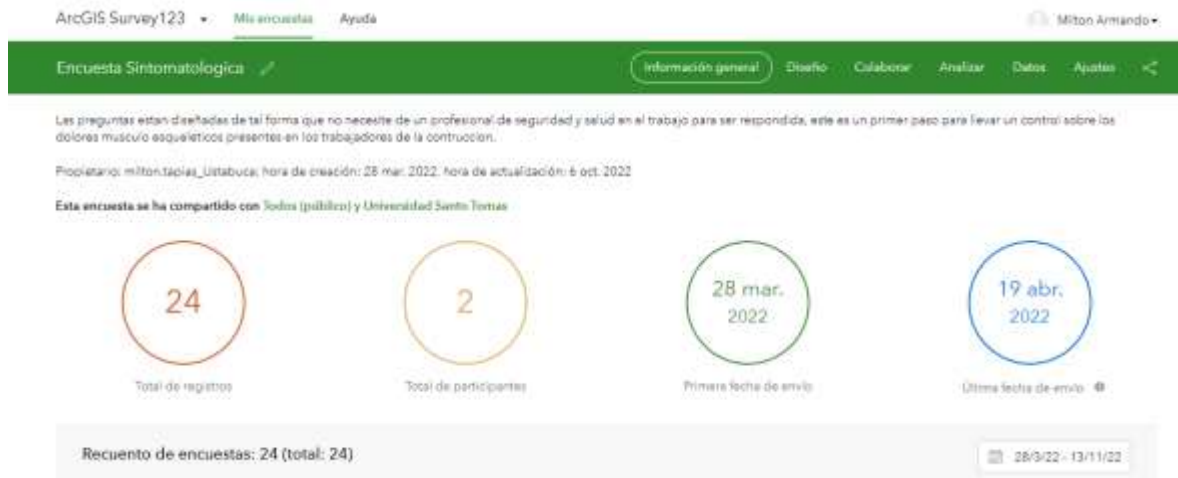
Las preguntas de la encuesta en general se basan en preguntas dicotómicas (respuestas de si o no) para que sea fácil y sencillo de responder, por otra parte, cada una de las respuestas que sean afirmativas son una alerta en el trabajador en lo cual se procede a una mejora en la forma de trabajo y el espacio por parte de la empresa, otro punto es la identificación del trabajador como una persona con algún posible problema osteomuscular, lo que significa que es una señal para evaluar con profundidad.

6.4 Administrador Web

Al aplicarse el formulario en la obra, es posible ver los resultados de las encuestas contestadas por cada uno de los trabajadores en el administrador web, desde este administrador web se puede observar la información general, hacer colaboraciones donde más personas puedan aportar al formulario, pero ya como resultados se puede observar dos ventanas importantes la

ventana de datos y la ventana de analizar, para mostrar lo que se puede encontrar en administrador web y la visualización de los resultados, se hizo una simulación en la cual también se verificó el correcto funcionamiento del aplicativo.

Figura 32. *Administrador web Survey 123*



Adaptado de [8].

6.5 Ventanas de Analizar

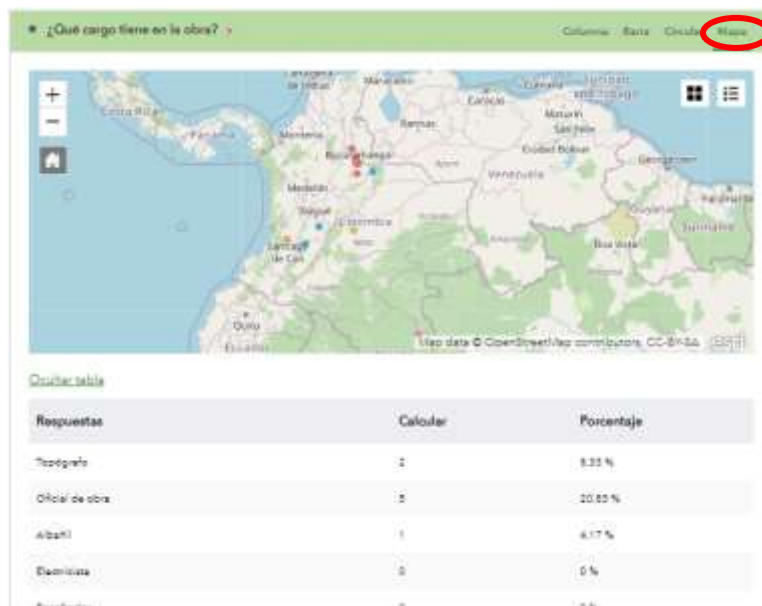
En la ventana de analizar, Figura 27, se pueden observar diferentes gráficos como resultado de la simulación hecha, estos gráficos pueden ser visualizados como gráficos de barras, columnas, circular y como una función especial por cada tipo de pregunta se puede visualizar el mapa, lo que ayuda llevar un control de la ubicación geoespacial no solo por el lugar donde se realiza la encuesta sino también por cada tipo de pregunta, esto permite visualizar si en alguna de las obras hay algún factor común de un tipo de síntoma musco-esquelético en específico, este tipo de mapas lo podemos observar en la Figura 28

Figura 33. Ventana de Analizar

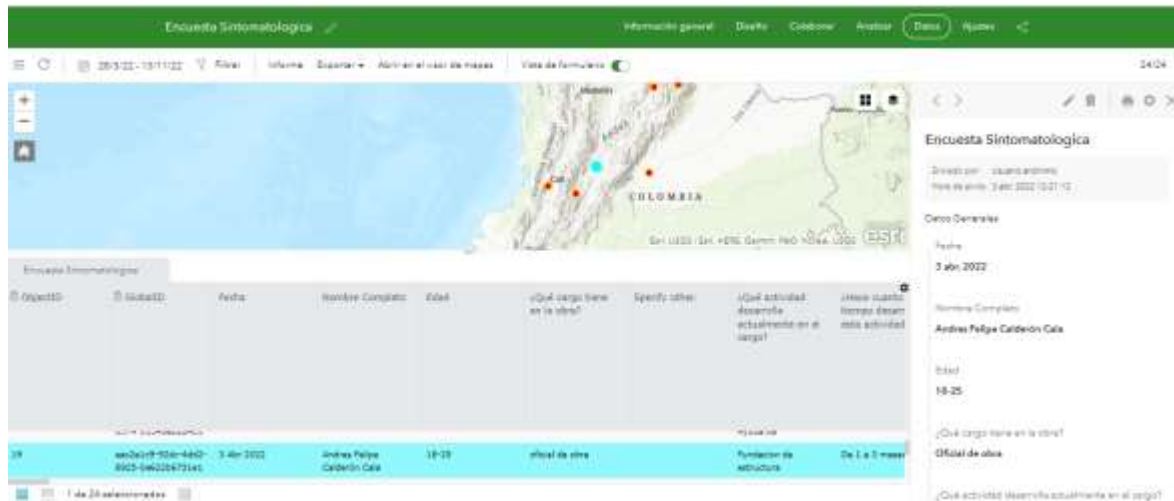


Adaptado de [8].

Figura 34. Visualización de respuestas en mapas



Adaptado de [8].

Figura 36. Especificación de respuestas por persona

Adaptado de [8].

Todas las funciones relacionadas con los mapas son una ventaja que solo ofrece Survey 123 debido a su relación estrecha con Arc Gis, estas funciones son las que han hecho que este software de Survey se convirtiera en la elección para llevar a cabo este diseño para la evaluación ergonómica a nivel básico y la valoración de los riesgos ergonómicos.

Survey facilita el tratamiento de datos estadísticos, lo cual permite identificar los porcentajes de riesgo tanto a nivel corporal como a nivel ergonómico, las empresas constructoras pueden tener una visualización del estado global del personal a cargo, y mediante estos porcentajes se puede observar el avance de la empresa en términos de salud y ergonomía a través del tiempo según la frecuencia con la que se aplique la herramienta.

7. Conclusiones

La revisión sistemática de literatura permitió encontrar diferentes metodologías de evaluación ergonómica para medir en campo a los trabajadores, lo cual influyó en la decisión de los dos métodos básicos de evaluación, el cuestionario nórdico y la lista básica de riesgos

ergonómicos, esto se realizó a través de bases de datos como Scopus, Science Direct, entre otros, mediante los tesauros y ecuaciones de búsqueda.

Se identificaron los elementos que componen una obra y la descripción de cada etapa con sus respectivas actividades, determinando los principales cargos que necesita una obra de construcción, identificando las variables sujetas al riesgo que están afectando los principales cargos en una construcción, con el fin, de que las empresas puedan realizar análisis sujetos a la estadística, teniendo como apoyo la sintomatología asociada a los trastornos musco-esqueléticos que se están presentando en los principales cargos del sector de la construcción.

Se logró concretar la herramienta para el diseño de un instrumento de recolección de datos basado en la sintomatología asociada a la existencia de trastornos musco-esqueléticos, por lo tanto, el haber tomado la decisión de elegir a Survey123 de ArcGIS fue acertado y superó las expectativas del proyecto porque permitió trabajar en un solo Software todas las funciones relacionadas con los sistemas de información geográfico; en la medida que se hicieron las simulaciones se pudo ver como el mismo software realizaba mapas de ubicación. Así mismo las empresas con los resultados obtenidos en el software están sujetos a realizar análisis estadísticos estableciendo cuales son las posibles variables que están afectando a los trabajadores de la construcción.

En campo, los trabajadores con dispositivos móviles pueden llenar los cuestionarios en tiempo real de forma fácil y rápida; y así mismo las empresas, lo que permitirá conocer un primer nivel de valoración, en tiempo real, si los trabajadores de la construcción presentan síntomas asociados a los riesgos biomecánicos, y así tomar decisiones para realizar evaluaciones ergonómicas más profundas. Cabe resaltar que el software Survey 123 permitió llevar a otro nivel las herramientas de recolección de datos, es decir en una sola herramienta

se hacia la evaluación ergonómica a los trabajadores del sector, la valoración de los riesgos con los datos geoespaciales y la relación del trabajador con las áreas que ejecuta su labor.

Las empresas de construcción que implementen los sistemas información geográfico en la gestión de riesgos tendrían los siguientes beneficios: identificar problemas de salud en los trabajadores de una forma prematura a la enfermedad, tomar decisiones adecuadas frente alguna deficiencia de salud en el trabajador, tener estrategias de respuesta en cuanto a la prevención y corrección , anticipar y administrar los cambios de los trabajadores, promocionar la colaboración entre equipos de trabajadores e incluso entre áreas de trabajo, aumentar la comprensión y conocimientos frente a los trabajadores, poseer una comunicación de forma más efectiva y finalmente motivar al trabajador, todo estos beneficios son en pro de la empresa y del trabajador del sector de la construcción.

8. Referencias

- [1] Aeroterra. “Sistema de información geográfico.” Aeroterra. Accedido: octubre 2022. [En línea.] Disponible en: <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>
- [2] Instituto de Salud Pública de Chile. Guía de Ergonomía. “Identificación y control de factores de riesgo en el trabajo de oficina y el uso de computador.” Ispch.cl. Accedido: 2021. [en línea.] Disponible en: <http://www.ispch.cl/saludocupacional>, publicaciones de referencia
- [3] M. M. Márquez. “Artículo Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne Base de datos: Scielo. Accedido: agosto de 2021. [En línea]. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-24492015000300003&script=sci_arttext

- [4] Instituto nacional para la seguridad y salud ocupacional. “Cómo prevenir los trastornos musco-esqueléticos.” Cdc.gov. Accedido: 2019. [En línea.] Disponible en https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-120_sp/default.html
- [5] Asociación internacional de Ergonomía. “definición de ergonomía.” Insst. Accedido: 2019. [En línea.] Disponible en: <https://www.insst.es/-/que-es-un-ep-2>
- [6] UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. “Ubicación espacial y temporal.” Educapedia UNAM. Accedido: 2022. [En línea.] Disponible en: <https://cursoparalaunam.com/la-ubicacion-espacial-y-temporal>
- [7] T. I, Toloza 2015, “Artículo, Riegos biomecánicos asociados al desorden musco esquelético en pacientes del régimen contributivo que consultan a un centro ambulatorio en Madrid, Cundinamarca, Colombia.” Revista Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, 2015 [en línea.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/562/56238624003.pdf>
- [8] Esri. ArcGis. “Definición de ArcGis.” Resources.arcgis. Accedido: noviembre, 2022. [En línea.] Disponible en: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- [9] Otero. M.O “Gestión de Riesgos y errores de la medicación.” Base de datos Scielo. Accedido: abril 2020. [En línea.] Disponible en: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/resp/v77n5/colabora.pdf
- [10] T. A Torres. G. S Guataquí y N.S. Niño. “Gestión de la seguridad y salud en el trabajo.” Primera Edición Bogotá, Colombia. Editorial: Legis S.A, 2018 pp.129-148

- [11] DANE. Departamento administrativo nacional de estadística. “Estadísticas en el sector de la construcción.” DANE. Accedido: abril, 2020. [En línea.] Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/lista-de-resultados-de-busqueda?searchword=seguridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo%20construccion&ordering=newest&searchphrase=all&limit=20>
- [12] Sánchez Medina A. F., “Prevalencia de desórdenes musculo esqueléticos en trabajadores de una empresa de comercio de productos farmacéuticos”, Rev. Cienc. salud, vol. 16, n.º 2, pp. 203-218, may 2018. Disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/6766/5996>
- [13] P. J. Pinero y S. A. Sandoval, “Identificación de síntomas osteomusculares presentes en los trabajadores de una empresa de consultoría en Barranquilla”. Ms tesis, Dept. Cien. salud. B/quilla, Univ. Libre., B/quilla, Colombia, 2017. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10683/55247874.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] G. D, Gonzales, “Ergonomía y psicología”, Madrid España Editorial: Fundación confemetal, Madrid, España. 2007, pp 182-194
- [15] Ergonautas, “Niveles de evaluación ergonómica.” Ergonautas.upv. Accedido: marzo, 2019. [En línea.] Disponible en: [https://www.ergonautas.upv.es/ergonomia/evaluacion.html#:~:text=En%20general%20existen%20dos%20niveles,ser%20detectados%20\(nivel%20avanzado\).](https://www.ergonautas.upv.es/ergonomia/evaluacion.html#:~:text=En%20general%20existen%20dos%20niveles,ser%20detectados%20(nivel%20avanzado).)
- [16] J.I Ibacache 2019, “Cuestionario nórdico estandarizado de percepción de síntomas músculo esquelético.” Departamento de salud pública, julio 2019. [En línea.] Disponible en: <https://www.ispch.cl/sites/default/files/NTPercepcionSintomasME01-03062020A.pdf>

- [17] Ministerio de protección social. Diario Oficial No. 46.728 (2007, agost. 22). Resolución no. 2844 de 2007 “Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia.” [En línea.] Disponible en: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minproteccion_2844_2007.htm
- [18] Secretaría de Salud Laboral y Desarrollo Territorial. Madrid, España “Manual de Riesgos ergonómico” Editorial: UGT-Madrid, España, 2019
- [19] UNGRD. Unidad nacional para la gestión del riesgo de desastres. “Programa de vigilancia epidemiológica para la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos.” Dapre.presidencia. Accedido: octubre 2022. [En línea.] Disponible en: <https://dapre.presidencia.gov.co/dapre/DocumentosSIGEPRE/D-TH-05-programa-vigilancia-epidemiologica-prevencion-desorden-musculo-esqueletico.pdf#:~:text=El%20presente%20programa%20de%20vigilancia%20epidemiol%C3%B3gica%20est%C3%A1%20orientado,objeto%2C%20hasta%20la%20intervenci%C3%B3n%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20acciones>
- [20] G.J Gutiérrez, B. G Gould “Sistema de información geográfico”. Redalyc. Accedido: noviembre 2022 [En línea.] Disponible de: <https://www.redalyc.org/pdf/360/36021235009.pdf>
- [21] S.L San Miguel. agosto 2016. “Gestión de la prevención a través de un sistema de información geográfico.” Prevencionintegral. Accedido: 2021. [En línea.] Disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2016/gestionprevencion-%20a-través-sistema-informacion-geografica>

- [22] L.E, Lopez, P.C Posada, J.M, Moreno. “Sistemas de Información Geográfica.” Ponencia congreso de ciencia. Accedido: abril 2022. [En línea.] Disponible en: <http://imsturex.unex.es/MUIETSIG/TEMA1.pdf>