



SEDE GUANACASTE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SALUD
OCUPACIONAL Y AMBIENTE

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO POR GASTO METABÓLICO EN
TRABAJADORES DEL GRUPO DE ALTA TENSIÓN DEL INSTITUTO
COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD DE LA REGIÓN CHOROTEGA,
GUANACASTE, COSTA RICA”**

Maricarmen Acevedo Bravo

Laura Prendas Rodríguez

Katleen Acevedo Bravo

**Propuesta de Trabajo Final de Graduación presentada como requisito
parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud
Ocupacional y Ambiente.**

Diciembre, 2019

HOJA DE APROBACIÓN

TRIBUNAL EVALUADOR

a) Miembros del tribunal evaluador

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Tribunal de la carrera en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, Sede Guanacaste, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente.



Ing. Fidelia Solano Gutiérrez
Presidenta del Tribunal



Dra. Laura Rodríguez Ramírez
Tutora



Ing. Douglas Barraza Ruiz, MSc.
Profesor Lector



MBA. Dusting Oreamuno Álvarez
Profesor Lector



MSc. Isaac Danilo Solano Portuguez
Representante del Sector Productivo



Ing. Katleen Acevedo Bravo
Sustentante



Ing. Laura Prendas Rodríguez
Sustentante



Ing. Maricarmen Acevedo Bravo
Sustentante

DEDICATORIA

Este proyecto final de graduación, se la dedico a Dios primeramente por ser quien supo guiar mi camino, brindarme las fuerzas para continuar adelante, enseñándome a enfrentar las necesidades que se imponían en el camino sin nunca perder la fe ni desfallecer en el intento de mis metas.

A mi familia que me brindaron su sostén incondicional para crecer como profesional. Para mis padres Álvaro y María Luisa por su apoyo, guía, consejos, comprensión, amor, ayuda y sobre todo tolerancia en los momentos que se tornaron complicados, por ayudarme con los recursos necesarios para poder estudiar. Me han brindado todo lo que soy como mujer, mis valores, principios, carácter, responsabilidad, empeño, perseverancia para alcanzar las metas y objetivos de mi vida.

Esto va dedicado a un Ángel especial que hoy no está presente, pero desde el cielo puede ver uno de mis triunfos: Carmen Rodríguez.

De igual manera gracias a mis compañeras, que me apoyaron en el desarrollo de esta tesis fueron de soporte, guía y sobre todo me enriquecieron de mucho aprendizaje. Sin su dirección esto no hubiese sido posible: Katleen y Laura.

Maricarmen Acevedo Bravo

En primera instancia dedico este proyecto al forjador de mi camino, Dios, quién me bendice día con día y me ha dado la oportunidad de cumplir una meta más; a mis padres Mario y Loly, quienes me han mostrado el camino hacia la superación, me han apoyado en cada momento de mi vida, han sido mi pilar fundamental y han forjado lo que soy hoy por hoy, a mis hermanos Oscar y Josué que me han proporcionado su amor, cariño incondicional y están para conmigo siempre. A José quién ha sido parte importante en mi vida, quién me motiva a cada instante, compañero de aventuras, anhelos y proyectos.

Laura Prendas Rodríguez

A mis hijas, Sofia, Daniela y Mariangel, esto va dedicado para ustedes mis ángeles, aunque muchas veces desee renunciar por que sacrifique mucho tiempo con ustedes para conseguir esta meta, sé y confío en Dios que rendirá frutos algún día, solo les pido, esfuércense, sean valientes, así como mamá se propuso metas, que muchas veces creyó inalcanzables, se esforzó, lucho y nunca se rindió, espero ser un ejemplo para ustedes.

A mis padres Álvaro y Mari, por su entrega incondicional y amor verdadero, siempre han sido para mí un ejemplo de sacrificio y perseverancia, especialmente a mi madre, gracias por tu entrega mamá.

A mi esposo, Jose, ha sido un proceso largo, de muchas horas de sacrificio, el recorrido por este proceso no ha sido fácil, te he sacrificado mucho, gracias por tu comprensión, gracias por tu entrega, gracias por tus críticas constructivas me enseñaron a ser más objetiva y luchar, este es el comienzo de muchos proyectos que confío en Dios nos bendecirá.

Para Mamicarmen, aunque ya no te puedo ver ni escuchar, sé que tu intercesión es infinita, gracias por tu amor y por inculcarme tanto...

Katleen Acevedo Bravo

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a Dios por permitirme concluir con éxito este proyecto.

A mis padres, hermana, sobrinas y el resto de mis familiares por su apoyo incondicional para lograr concluir una meta más.

Agradecemos a los colaboradores que formaron parte de esta investigación sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

A tutores y lectores por su guía, apoyo, paciencia, tiempo para compartir con nosotras de sus conocimientos, valores y virtudes. Siempre brindando lo mejor de cada uno para ser de nosotras grandes profesionales y seres humanos capaces de aportar y mejorar la calidad de una empresa.

Maricarmen Acevedo Bravo

Le agradezco a Dios por su amor, bondad infinita y por las miles de bendiciones que me permite disfrutar día con día. A mis padres por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en cada momento, impulsando mi crecimiento personal, profesional, brindándome su apoyo y consejos para ser una mejor persona, a mis hermanos que me apoyan y me brindan su amor más puro, a José, por ser mi catalizador y motivarme para alcanzar mis logros.

Agradezco al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), por permitirme realizar este proyecto de graduación en tan acreditada empresa; así mismo, a cada uno de los colaboradores partícipes del estudio por su compromiso y confianza durante este proceso; a la tutora Dra. Laura Rodríguez Ramírez y los lectores MSA. Douglas Barraza Ruiz y MSA. Dusting Oreamuno Álvarez, por su guía y esmero para con nosotras, a mis compañeras de proyecto de graduación por su entrega, tiempo y dedicación; a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron para alcanzar esta meta.

Laura Prendas Rodríguez

Agradecida con Dios, por su misericordia y amor, por enseñarme a esperar paciente el momento justo según su voluntad, por darme la tenacidad y fuerzas para terminar esta meta propuesta.

A mis padres, por inculcar en mí valores tan importantes como la perseverancia, por estar siempre presentes, apoyándome en todo momento, por dejarse dirigir por Dios para formarme como persona.

A mis hijas, por su paciencia y sacrificio de esperar que mamá consiga un escalón más para darles ejemplo y una vida de mejor calidad; a mi esposo Jose, por tu paciencia, apoyo incondicional y sacrificio apoyándome en todo momento en este proceso, principalmente creer en mí y motivarme.

Al Instituto Costarricense de Electricidad, Negocio de Transmisión, muy agradecida que en esta institución muchas personas han creído en mí y me han apoyado, Armando Muñoz G., Tomás Gutiérrez R., Isaac Solano P., a los trabajadores de AAT, gracias por su colaboración y compañerismo.

Un agradecimiento especial a nuestra tutora y lectores, por dirigirnos, siempre creyendo en nuestras capacidades.

A todas aquellas personas que han apoyado de muchas maneras para culminar este proyecto.

Katleen Acevedo Bravo

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
1. Introducción	9
2. Área de Estudio	13
2.2 Justificación.....	16
2.3 Situación actual del conocimiento	19
3. Objetivos	23
3.1. General	23
3.2. Específicos.....	23
4. APROXIMACIÓN AL MARCO TEÓRICO	24
4.1. Subestación eléctrica	25
4.2. Indisponibilidades	26
4.3. Mantenimientos	27
4.4. Carga física de trabajo.....	28
4.4.1 Esfuerzo muscular estático y dinámico	29
4.4.2. Fatiga física	30
4.4.3. Fisiología del gasto metabólico	31
4.4.3.1. Determinación del gasto energético	32
4.4.3.1.1. Tablas de consumo metabólico	33
4.4.3.1.2. Consumo metabólico en función del tipo de actividad	33
4.4.3.1.3. Consumo metabólico en función a las profesiones	33
4.4.3.1.4. Consumo metabólico en función de la actividad	33
4.4.3.1.5. Metabolismo basal	34
4.4.3.1.6. Metabolismo de la postura corporal	34
4.4.3.1.7. Metabolismo del tipo de actividad	35
4.4.3.1.8. Metabolismo del desplazamiento realizado en función de la velocidad:	35

4.4.3.1.10	Criterios de Chamoux, (NTP 295)	37
4.4.3.1.11.	Criterios de Frimat (NTP 295)	37
4.5.	Estrés térmico.....	38
4.6.	Método Fanger.....	41
5.	Estrategia metodológica	44
5.1	Localización del área de estudio.....	44
5.2.	Población trabajadora participante	45
5.3.	Limitaciones del estudio	46
5.4.	Técnicas de recolección de datos	47
5.4.1.	Estudio de las mediciones antropométricas, estilos de vida e información laboral por colaborador.	47
5.4.2.	Metodología de evaluación del riesgo de gasto metabólico correlacionado a la carga física del trabajo y factores ambientales en específico estrés y confort térmico	48
5.5.	Consideraciones éticas	53
5.5.1.	Consentimiento Informado	53
5.6	Tipo de investigación.....	54
5.7.	Definición de variables y operacionalización.....	55
6.	Presentación y análisis de los resultados.	58
6.1.	Estudiar al personal según sus mediciones antropométricas, estilos de vida e información laboral y así determinar el gasto metabólico y carga física de trabajo por colaborador.	59
6.	Características sociodemográficas laborales.	59
6.1.2.	Características Laborales	61
6.1.3.	Estilo de Vida.	62
6.1.4.	Análisis gasto metabólico, carga física de trabajo y estrés-confort térmico.	65
7.	Conclusiones:	86
8.	Recomendaciones:	88
9.	Apéndices	94
10.	Anexos	104
	<i>Anexo 1. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad (valores medios)</i>	104
	Anexo 2. Clasificación del metabolismo por ocupación.....	105

Anexo 3. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad (valores medios).	106
Anexo 4. Consumo metabólico según la postura (valores medios que excluyen el metabolismo basal).	107
Anexo 5. Consumo metabólico de diferentes tipos de trabajos (valores medios que excluyen el metabolismo basal).	107
Anexo 6. Consumo metabólico relacionado con la velocidad de trabajo (valores medios que excluyen el metabolismo basal)	108
Anexo 7. Calificación de los criterios de Chamoux	109
Anexo 8: Coeficiente de penosidad de Frimat modificado.	109
Anexo 9. Valoración de las puntuaciones del coeficiente de Frimat	110
Anexo 10. Criterio de Frimat Simplificado	110
Anexo 11. Clasificación de la Obesidad según IMC (kg/m²)	111
Anexo 12. Medidas de prevención y Protección según Nivel de Riesgo.	112
115	
Anexo 14. Fotografías pantallazos estaciones meteorológicas automáticas del IMN.	116
Anexo 15. Fotografías tomadas al personal durante la labor.	118

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Organigrama Negocio de Transmisión, ICE</i>	15
<i>Ilustración 2. Distribución Geográfica de las subestaciones atendidas por AAT, Región Chorotega</i>	45

Índice de cuadros

<i>Cuadro 1. Estudios internacionales relacionados con el tema en estudio.</i> ____	19
<i>Cuadro 2. Ubicación de las subestaciones en estudio</i> _____	44
<i>Cuadro 3. Definición de variables operacionales</i> _____	56
<i>Cuadro 4. Características sociales del personal de AAT, Región Chorotega.</i> _	59
<i>Cuadro 5. Características laborales de la población trabajadora en estudio.</i> _	61
<i>Cuadro 6. Estilo de vida de las cuadrillas de mantenimientos menores e indisponibilidades programadas</i> _____	62

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto en estudio forma parte de un requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, de la Universidad Técnica Nacional, la cual contempló la evaluación del gasto metabólico, carga física, estrés y confort térmico al cual se encontraron expuestos el personal de Alta de Tensión del Negocio de Transmisión del Instituto Costarricense de Electricidad. Este trabajo final de graduación está orientado a estimar la influencia y relación existente entre estas variables en la población operativa que realiza labores de mantenimiento menores e indisponibilidades mayores en subestaciones eléctricas. Tiene como objetivo principal evaluar el riesgo por gasto metabólico y la asociación existente entre la carga física de trabajo y las condiciones ambientales (estrés y confort térmico) de las labores antes descritas en las unidades regionales de Tilarán, Cañas, Liberia y Barranca. El tipo de investigación aplicada es de carácter mixto, descriptivo, analítico y observacional, se tomó como muestra toda la población que realiza este tipo de labores, que asciende a 12 colaboradores, abarcando el 100% de la población trabajadora. Se utilizó como instrumento la aplicación de una encuesta a los trabajadores, las NTP 295 (Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardiaca), 1011 (determinación de metabolismo energético mediante tablas) y 322 (Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT), Decreto 39197 S- TSS (Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas por estrés térmico por calor) y la determinación del Voto Medio Estimado (PMV sensación térmica) del

método Fanger. La principal conclusión es que los colaboradores están expuestos a riesgo por gasto metabólico en los ciclos de trabajo evaluados, aunque la carga física obtenida no reflejó un peligro en los tiempos medidos, se puede estimar que en lapsos mayores pueden ser superiores, ya que esta depende del dinamismo y forma en la que se realiza la actividad, entiéndase que esta variable es determinada por la frecuencia cardiaca del trabajador; con respecto al estrés térmico se obtuvo Índices de calor Clase I, II y III en las subestaciones evaluadas, por lo que el personal se encuentra expuesto a temperaturas mayores al límite del índice WBGT en ciclos de trabajo cortos, presentando un voto medio estimado no satisfactorio.

1. Introducción

El tema en investigación que se estableció para el presente proyecto, se relacionó concretamente con el gasto metabólico, carga física de trabajo y condiciones ambientales (estrés térmico y confort térmico) en un área en la cual, no se había realizado una investigación al respecto; ésta área corresponde a Alta Tensión que pertenece al Proceso Gestión de la Red, Región Chorotega del Negocio de Transmisión (en adelante NT), estas dependencias pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (en adelante ICE) empresa pública en el país.

A través de mediciones antropométricas, cálculos metabólicos de las labores realizadas, inspecciones de campo entre otras, se logró identificar el gasto metabólico diario total, tasa metabólica del ciclo de trabajo y carga física de algunos trabajos dentro de las subestaciones tipo abierto (en adelante ST abierto), con el fin de prevenir y controlar los riesgos existentes, y así mitigar posibles enfermedades ocupacionales e incidentes que se puedan suscitar en la ejecución de las labores o posterior a éstas.

Respecto a la exposición de los trabajadores al estrés térmico, en el año 2017, el Consejo de Salud Ocupacional, publicó el “Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a estrés térmico por calor D.E. 39147-S-MTSS”, un documento de acatamiento obligatorio para todo empleador y necesario para el resguardo de la salud de los trabajadores a mediano y corto plazo. Aunque la legislación en esta materia rige a partir del año 2017, las gestiones para su aplicación conllevan que la

dependencia realizara mediciones que comprobaran científicamente si existía tal exposición, esas mediciones son realizadas por áreas ajenas al NT debido a la falta de disponibilidad del equipo en la dependencia. Una vez obtenidos los informes oficiales se generó los controles operacionales para sustentar este hallazgo, las investigadoras de este estudio colaboraron realizando las mediciones con el equipo en préstamo.

El área de Alta Tensión ejecutó sus trabajos a la intemperie en subestaciones eléctricas de tipo abierto, donde la exposición al factor de estrés térmico fue inminente, la particularidad climática de la zona en específico Guanacaste y Pacífico Central aumentó considerablemente este factor, aun mas, considerando que el diseño de las subestaciones no permite mitigar este factor ya que por sus características estructurales la posibilidad de sombras y disminución de la exposición solar es imposible.

La utilización de equipos de protección personal y herramientas de trabajo fueron insumos determinantes por considerar, debido a que estos forman parte de las consideraciones necesarias por aplicar en el método escogido para calcular el gasto metabólico por trabajador.

Esta investigación generó un insumo al departamento de Salud y Seguridad en el trabajo del NT, donde podrán generar la toma decisiones en conjunto con la coordinación del área, para controlar y mitigar a corto, mediano y largo plazo la exposición de sus trabajadores al riesgo por gasto metabólico relacionado a la carga física del trabajo y las condiciones ambientales a las cuales estén expuestos los trabajadores; a través de este insumo podrán generar algunos

controles administrativos, operativos e ingenieriles, en la fuente, el medio e individuo con el fin de mitigar los posibles riesgos a la salud en la ejecución de los trabajos por parte de las cuadrillas del Área de Alta Tensión, asimismo podrían ser una metodología utilizada para las demás áreas del NT.

Palabras Claves

AAT: Área de Alta Tensión.

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad

ST: Subestación

CENCE: Centro Nacional de Control de Energía

MTSS: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

NT: Negocio de Transmisión

NTP: Nota Técnica Profesional

PMV: Voto Medio Estimado.

RMER: Reglamento del Mercado Eléctrico Regional

RACSA: Radiográfica Costarricense S.A.

RTN: Red de Transmisión Nacional

UTN: Universidad Técnica Nacional.

WBGT: Temperatura de globo y bulbo húmedo

2. Área de Estudio

2.1. Delimitación del problema y justificación

2.1.1 Delimitación del problema

El 08 de abril de 1949, fue decretada la creación del Instituto Costarricense de Electricidad en la Ley N°449, cuya principal responsabilidad fue “Artículo 1, la responsabilidad fundamental del Instituto será encauzar el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica con el fin de fortalecer la economía nacional y promover el mayor bienestar del pueblo de Costa Rica”, asimismo en el artículo 2 inciso h, menciona el mejoramiento, extensión y operación de los servicios de telecomunicaciones; su sede central estaría ubicada en San José, Sabana Norte.

El ICE es una empresa consolidada a nivel nacional, conformada por un grupo de empresas pertenecientes al grupo ICE, las cuales están conformadas por Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA), Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL) y Cablevisión. En la actualidad el ICE, permite a Costa Rica un desarrollo tanto económico como nacional, según el departamento de prensa Grupo ICE, el país cuenta con un 99% de cobertura de electrificación.

El Instituto Costarricense de Electricidad se encuentra sectorizado en “Negocios”, estos a su vez están divididos según los servicios y actividades que realizan; el Negocio de Transmisión, es uno de ellos, el cual se encarga de mantener, mejorar y administrar las obras de alta tensión de la red en alto voltaje en todo el país, en síntesis, transporta la electricidad generada desde las plantas

de producción hasta las subestaciones; este transporte, se realiza a través de las líneas de transmisión energizadas que están interconectadas con las subestaciones. El negocio, maneja el 100% de la energía del país, tiene la responsabilidad de brindar calidad y continuidad del servicio eléctrico para sus clientes (División de Capital Humano, NT, ICE, 2018)

El Negocio de Transmisión cuenta con cuatro Procesos: Proceso Huetar Brunca, Central, Activo Productivo y Chorotega, todos estos cuentan con áreas técnicas que realizan labores específicas y claramente definidas, entre ellas se denotan:

- El Área Administrativa, Área Alta Tensión, Área Protección y Medición.
- Área Mantenimiento Líneas de Transmisión, Área Mantenimiento Civil y Aire Acondicionado.
- Área Operación de Subestaciones.

El presente estudio se realizó en el área de Alta Tensión, durante el segundo y tercer cuatrimestre del 2019, se realizó una evaluación del riesgo por gasto metabólico asociado a la carga física de trabajo y condiciones ambientales asociadas específicamente estrés térmico y confort térmico en los trabajadores de este grupo, en las unidades regionales ubicadas en Guanacaste en únicamente de Cañas, Tilarán, Liberia y en la provincia de Puntarenas, puntualmente en Barranca.

2.1.2 Organigrama del Negocio de Transmisión

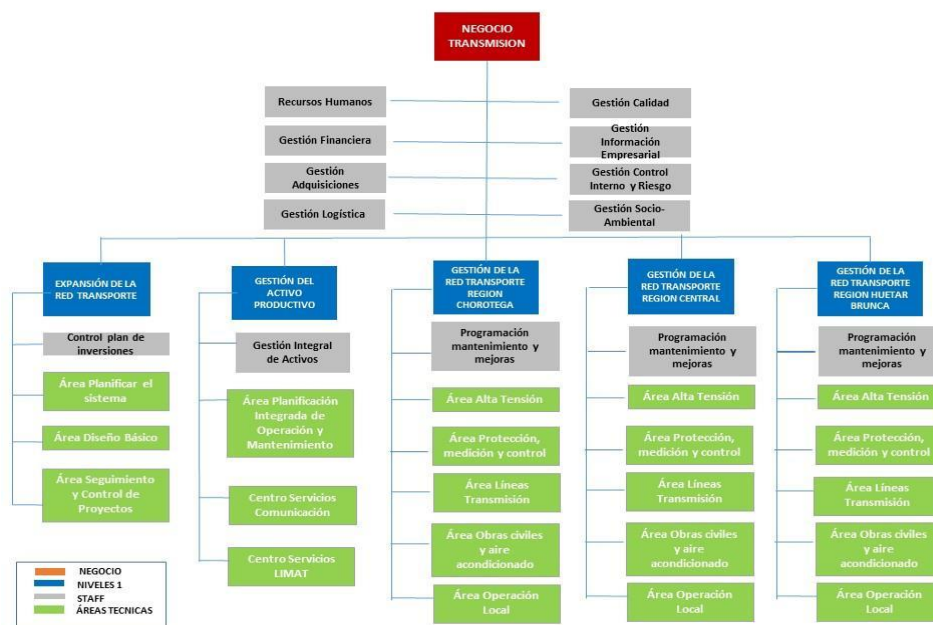


Ilustración 1. Organigrama Negocio de Transmisión, ICE

Fuente: Área Mejoramiento de la gestión y Calidad, (ICE, 2017)

El área técnica que forma parte del estudio pertenece al Proceso Gestión de la Red Transporte, Región Chorotega, la cual es:

- El Área de Alta Tensión de subestaciones eléctricas

El personal de dicha área debe realizar mantenimientos rutinarios e indisponibilidades mayores y menores programadas en las subestaciones durante todo el año.

El área de Seguridad y Salud en el trabajo está anexa al nivel 1 de la Gestión de la Red Transporte, Región Chorotega, el nivel 1 desempeña actividades de coordinación de proceso y es la mayor autoridad en la región Chorotega.

2.2 Justificación

Los mantenimientos rutinarios e indisponibilidades programadas son para el NT del ICE actividades indispensables y de suma importancia para la continuidad del servicio; estas actividades forman parte de actividades críticas debido a los procesos que conllevan realizarlas.

Actualmente los mantenimientos e indisponibilidades siguen un programa de trabajo anual; el personal realiza las actividades, de manera periódica y siguiendo indicaciones de los coordinadores superiores.

Los colaboradores de dicha área conocen los riesgos ocupacionales a los cuales están expuestos al realizar estas actividades, sin embargo; desconocen los peligros asociados al gasto metabólico, estrés térmico y carga física de trabajo, pudiendo esto afectar la condición de trabajo (rendimiento, descansos, hidratación), su integridad y salud física.

Actualmente en auditorías externas realizadas al NT, se identificó que debe evaluarse el gasto metabólico y la correlación con la carga física de los trabajadores, ya que sin su control y registros puede convertirse en una no conformidad y afectar en la certificación INTE-ISO 45001:2018 que actualmente NT está en su etapa de implementación. La consultora ENLACE, empresa subcontratada por el ICE, para evaluar aspectos de seguridad ocupacional en los procesos en análisis, detalló la carencia de un sistema de evaluación e identificación del gasto metabólico, sobre esfuerzo físico al que se encuentran expuestos los colaboradores operativos previo, durante y posterior al desarrollo de las labores de mantenimientos rutinarios y/o indisponibilidades programadas.

Al presente, el Área Alta Tensión no dispone de estudio similar que permita determinar el consumo o gasto metabólico, carga física de trabajo al que se encuentran expuestos los trabajadores. Las indisponibilidades programadas y mantenimientos rutinarios son realizados dentro de subestaciones eléctricas, a las cuales se les debe de proporcionar un mantenimiento preventivo o correctivo, según sea el caso; ambos trabajos tienen una diferencia marcada en relación a la forma en que se realiza la actividad, en el caso de los mantenimientos rutinarios se realizan en un lapso mayor, y una ejecución de la labor más tranquila; las indisponibilidades mayores involucran la ejecución de actividades en períodos establecidos bajo un rango de hora otorgado por el Centro Nacional de Control de Energías de Costa Rica (CENCE), lo que implica que la ejecución de los trabajos sea bajo presión con un ritmo de trabajo más acelerado y dinámico, ambas labores deben realizarse en zonas de restricción y acceso (zonas calientes o energizadas) donde un error puede repercutir en pérdidas humanas o materiales.

Resulta de suma importancia, la identificación de los efectos a la salud (enfermedades renales, golpes de calor,) que puedan presentarse ante una exposición elevada de carga física asociada a gasto metabólico y estrés térmico en los colaboradores en estudio; en los procesos específicos de mantenimiento rutinario e indisponibilidad programada. Asimismo las afectaciones directas e indirectas que puedan originar en el trabajador y grupo de trabajo (incidentes laborales a causa de deshidratación, descompensación que puede provocar: caídas de personal en alturas, desprendimiento de herramientas, equipos y

piezas manipuladas e izadas manualmente a desnivel, arco eléctrico al irrespetar las distancias de seguridad regidas en subestaciones por la NFPA 70E que puedan ocasionar descargas eléctricas y consigo accidentes mortales); por tanto, no solo se orienta hacia una evaluación de gasto calórico, si no, que conlleva a la toma de muestras antropométricas, valoración de las actividades desarrolladas por cada uno de los colaboradores partícipes, evaluación de las condiciones de estrés térmico y confort térmico al que pueda estar expuesto el personal y el entorno ambiental presente durante el desarrollo de la actividad.

Este proyecto pretender establecer una metodología de cálculo que permita analizar las tres variantes en estudio; para así poder establecer controles preventivos (administrativos, ingenieriles y operacionales) para la ejecución segura de la actividad, proporcionando al área operativa y a la organización, un trabajo seguro y eficaz.

A nivel país, es difícil recopilar información de estadísticas sobre accidentes relacionados a gasto metabólico excesivo, carga física de trabajo y estrés térmico, debido a la poca información que se posee, incluso a la confidencialidad de los datos por parte de las empresas eléctricas en el país.

2.3 Situación actual del conocimiento

Cuadro 1. Estudios internacionales relacionados con el tema en estudio.

Autor (es), año y país	Título de la investigación	Objetivo de la investigación	Metodología	Principales hallazgos
<p>Paola Brizuela Guadamuz, Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica 2016</p>	<p>Calidad de vida y nivel de actividad física en trabajadores que asisten al servicio de salud del poder judicial con factores de riesgo asociados a síndrome metabólico.</p>	<p>Analizar la relación entre síndrome metabólico, la cantidad de actividad física y calidad de vida de los trabajadores del Poder Judicial.</p>	<p>La metodología que se aplicó en el estudio fue análisis estadístico, en donde las variables estudiadas en los funcionarios que fueron incluidos en el estudio fueron: sexo, edad, talla, peso, circunferencia abdominal elevada, glicemia elevada en ayunas, presión arterial elevada, triglicéridos elevados entre otras.</p>	<p>Los principales hallazgos, aproximadamente el 65% de los participantes presentan sobrepeso o algún tipo de obesidad, más de la mitad de los participantes presenta un nivel de actividad física bajo y en el resto de los estudios con elevados índices en triglicéridos, glicemia, colesterol.</p>
<p>Juan Fredi Arias Ortiz (2016), Cuenca - Ecuador</p>	<p>Estudio exploratorio de la exposición a estrés térmico en trabajadores que desempeñan actividades de mantenimiento en interiores de tanques</p>	<p>Determinar el estrés térmico mediante la cantidad de calor a evaporar por sudoración y el tiempo de exposición para mantener el equilibrio térmico de los trabajadores en el desarrollo de sus actividades</p>	<p>La metodología utilizada, es la matriz de identificación de peligros, el análisis de los riesgos y evaluación de los mismos, la importancia de la matriz de consumo metabólico fue fundamental para el análisis del cálculo del</p>	<p>Se concluyó en el estudio que los trabajadores debían tener tiempos de pausa para la recuperación energética, conociendo las horas de mayor prevalencia de calor e identificando las actividades con mayor</p>

	de almacenamiento de crudo		índice de sudoración requerida en cada actividad.	demanda de gasto metabólico y carga física.
Iturralde Cevallos, (2013), Quito, Perú	Evaluación del gasto metabólico y la correlación con la capacidad física aeróbica de los trabajadores que realizan actividades de paletizado en la Empresa la Fabril SA.	Evaluar el gasto metabólico y la correlación con la capacidad física aeróbica de los trabajadores que realizan actividades de paletizado en la Empresa La Fabril S.A.	La metodología comprende tres aspectos: (frecuencia cardiaca y capacidad física), entrevista, observaciones y encuestas e historia clínica.	Se logró comprobar que el gasto energético no era mayor a la capacidad física de los trabajadores, ya que su capacidad física era normal.
Dr. Sergio Maldonado Ortiz, Dr. Cesar Duque Angulano, Dr. Alfonso de la Garza Aldape (2001) Monterrey, N. L	Capacidad física aeróbica y gasto energético en puestos de trabajo de laminación de una empresa de artes gráficas.	Determinar si existe relación entre la capacidad física aeróbica de los trabajadores del departamento de laminación con el gasto energético que les demanda su puesto de trabajo.	La metodología utilizada en el estudio fue descriptiva, prospectivo y analítico; toda la población en estudio eran hombres. Y aplicaron la prueba de escalón de Mañero, para la evaluación de la capacidad física aeróbica.	Se evidenció, el alto consumo de tabaco y alcohol por los trabajadores ambos en porcentajes elevados, como resulta en la investigación se dio, que la mayoría no realizaba ningún tipo de actividad física aeróbica de la cual se obtienen los primeros resultados del estudio.

<p>Sr. Tiglla Velasque Edison Javier (Abril–2015)</p>	<p>Análisis de la capacidad física de trabajo en los operarios del área de montaje de la fábrica de calzado “boom’s”.</p>	<p>Analizar la capacidad física de trabajo en los operarios del área de montaje de la fábrica de calzado “BOOM’S”.</p>	<p>La metodología utilizada fue toma datos de los procesos de producción; fichas de levantamiento de procesos, formularios de estudio de los tiempos de trabajo, entrevista con el jefe de producción, la observación del ciclo productivo, y observación de campo del proceso de montaje.</p>	<p>En la investigación se da evidencia que, los tiempos de producción del área de montaje, el consumo metabólico que demandan estos tiempos y la capacidad física que los trabajadores consumían en las actividades. Esto generó evidencia suficiente para concluir que existía una mala distribución del trabajo en la empresa.</p>
--	---	--	--	--

Como se observa en el cuadro 1, la mayoría de los estudios que se han realizado en Latinoamérica y específicamente en las labores de evaluaciones de gasto metabólico, carga física de trabajo y estrés térmico. La cantidad de trabajadores en estas investigaciones van de 15 a 300. Las metodologías utilizadas en las investigaciones consideran la descriptiva, analítica, prospectiva, e identificación y análisis de riesgos y variables.

Como referencia se encontraron cinco investigaciones que se relacionan parcialmente al trabajo final de graduación en estudio; en la tabla referenciamos el autor, el título de la investigación, los objetivos, la metodología y los principales hallazgos. Esto nos permitió orientarnos sobre el tema y comprender sobre la construcción de una nueva herramienta para que sea de utilidad para la institución en las diversas subestaciones y puedan evaluar el riesgo por gasto metabólico asociado a la carga física, estrés y confort térmico de los trabajadores de AAT.

Este apartado nos permitió entender sobre la problemática del objeto de estudio, a partir de la lectura e interpretación de las distintas investigaciones, con el fin de construir nuevas herramientas teóricas y metodológicas para la aplicación de las técnicas en la institución donde se desarrolló la investigación.

3. Objetivos

3.1. General

- Evaluar el riesgo por gasto metabólico y la asociación existente entre la carga física de trabajo y las condiciones ambientales (estrés y confort térmico) de las labores en mantenimientos rutinarios e indisponibilidades mayores de las unidades regionales de Tilarán, Cañas, Liberia y Barranca del área de Alta Tensión (AAT) en subestaciones eléctricas de la región Chorotega.

3.2. Específicos

3.2.1. Caracterizar al personal según sus mediciones antropométricas, estilos de vida e información laboral para la determinación del gasto metabólico diario total y carga física de trabajo.

3.2.2. Estimar la carga física de trabajo, la tasa metabólica del ciclo de trabajo para cada colaborador según las mediciones realizadas en las labores de mantenimientos rutinarios e indisponibilidades mayores programadas de las subestaciones determinadas para este estudio.

3.2.3. Evaluar las condiciones de estrés y confort térmico a las que se encuentran expuestos los trabajadores

3.2.4. Determinar si existe relación entre las variables de gasto metabólico, carga física de trabajo, estrés y confort térmico, durante la ejecución de los procesos en análisis.

3.2.5. Elaborar una matriz para el cálculo del gasto metabólico del ciclo y carga física del trabajo.

4. APROXIMACIÓN AL MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proceso de investigación se empleó diferentes fuentes de información, las cuales son conceptualizadas como “los instrumentos para el conocimiento, búsqueda y acceso a la información” Muñoz (2011), estos instrumentos permiten obtener los datos necesarios y oportunos para tabular, sistematizar y graficar los insumos generados, y dar validez al proceso de investigación en desarrollo; para ello se utilizó:

Fuentes de información primarias

- Datos proporcionados por el personal del AAT, Región Chorotega, a través de encuesta.
- Diagramas de flujo de las actividades evaluadas
- Registros fotográficos
- Videos de la actividad.
- Observación directa de las actividades realizadas por el personal.
- Observaciones adicionales de los trabajadores

Fuentes de información secundarias:

- Revistas académicas relacionadas al tema de gasto metabólico y ergonomía.
- Libros en materia de Salud y Seguridad en el trabajo
- Libros de medicina relacionados con medicina del trabajo y medicina deportiva.

- Artículos científicos basados en estudios relacionados a gasto metabólico y carga física.
- Normativa nacional e internacional relacionada al Salud y Seguridad en el trabajo.
- Tesis y proyectos de graduación nacionales e internacionales relacionados al tema.

Definiciones técnicas del NT

El Instituto Costarricense de Electricidad [ICE] (2008) NT en el Procedimiento de para la planificación, ejecución y reporte de indisponibilidades mayores del Sistema Eléctrico Nacional define los siguientes términos:

4.1. Subestación eléctrica

Una subestación eléctrica es una agrupación de equipos, instalaciones y dispositivos eléctricos, cuya función principal es la de transformar, proteger, controlar y medir la energía de un sistema eléctrico de manera eficiente, confiable, procurando que la transformación de la energía eléctrica cumpla con los requerimientos técnicos de calidad que garanticen su adecuado transporte, distribución y consumo final. Boscán Flores y González Suárez (2015, p20 y 21).

4.2. Indisponibilidades

- **Indisponibilidad programada.**

También conocida como paro programado. Es la desconexión de un elemento de la RTN, como consecuencia de los mantenimientos programados establecidos en el Programa anual de indisponibilidades programadas o en sus modificaciones mensuales.

También se considera indisponibilidad mayor programada a la salida de un elemento por la necesidad de conectar una nueva obra al SEN o de realizar una modernización, siempre que su programación se realice cumpliendo los plazos que establece el RMER.

Involucra un trabajo conjunto de varias áreas técnicas internas, externas, un coordinador general de labores y procedimientos descritos por el CENCE.

- **Indisponibilidad no programada o forzada**

Desconexión de un elemento de la RTN sin que medien órdenes de operación impartidas por el EOR o por el CENCE, que se presenten debido a fallas o condiciones anormales de operación de la red.

4.3. Mantenimientos

- **Mantenimiento de emergencia**

Atención urgente de un equipo que, por presentar daños, inminencia de falla o que por riesgo a la seguridad del SEN o del personal requiere su desconexión inmediata o en el menor tiempo posible. Una intervención se cataloga como de emergencia únicamente cuando su ejecución es crítica, no se puede retrasar ni cumplir con los plazos establecidos por la RMER, para solicitud de mantenimientos (debe programarse en un plazo no mayor de 7 días). Ejemplos de mantenimientos de emergencia: puntos calientes de la red de transmisión reportados por NT, aisladores en riesgo de caerse, fibras en mal estado, cadenas de aisladores quemadas, solicitudes del 911, etc. Los mantenimientos de emergencia se consideran indisponibilidades forzadas o no programadas.

- **Mantenimiento programado mayor**

Intervención del personal de construcción o mantenimientos en líneas de transmisión, barras, de subestación o autotransformadores, que requiera su salida de servicio o que afecten su operación normal durante un periodo predefinido. Un mantenimiento se cataloga como programado cuando forma parte del Plan anual de mantenimientos programados del SEN, o de sus actualizaciones mensuales. Estos mantenimientos requieren coordinación con el EOR y deben solicitarse con 30 días de anticipación.

- **Mantenimiento programado menor**

Intervención del personal de construcción o mantenimiento que requiera la salida de servicio o que afecten la operación normal durante un periodo predefinido de los siguientes equipos: interruptores, transformadores, bancos de condensadores, reactores, circuitos de distribución a los que se conectan generadores, intervención de equipos o señales de protección, medición y control, sistemas auxiliares, bloqueos de recierres, pasos por reserva, pasos por derivación e inspecciones integradas. Un mantenimiento menor se cataloga como programado cuando se solicita por el medio oficial cumpliendo con los plazos establecidos. En este caso 8-15 días hábiles

4.4. Carga física de trabajo

Se puede definir la carga física de trabajo como un conjunto de exigencias físicas (posturas, esfuerzos y sobreesfuerzos, ...) y no físicas (cognitivas, factores psicosociales, ...) de la actividad, enmarcadas dentro de las condiciones de trabajo, donde el trabajador debe ser productivo manteniendo sus límites (ya sean estos físicos o mentales) y con niveles óptimos de salud. Todas las exigencias deben estar relacionadas con las capacidades, competencias y aptitudes del trabajador, si en algún momento alguna de éstas no estuviese en equilibrio puede generar consecuencias negativas para el trabajador y la organización.

Como señala Llaneza (2008) “el concepto de carga de trabajo es especialmente polémico en tanto que es el resultado de un compromiso: la cuestión

económica del trabajo, la rentabilidad, con cuestiones legales y morales que tiene que ver con la integridad psicofísica del individuo y la salud laboral”, es cuestión de lograr un equilibrio entre eficacia y salud del trabajador para el bien del trabajador como tal y los objetivos de la organización.

Al lograr adaptar la carga de trabajo al operador y por consiguiente la carga de trabajo que el trabajador siente (al realizar la tarea) no genera fatiga, malestar y por consiguiente errores, se puede conseguir un trabajo productivo, rentable y útil para la empresa, aprovechando al máximo el recurso humano y el uso eficaz de los recursos existentes.

4.4.1 Esfuerzo muscular estático y dinámico

Para la ejecución de cualquier tipo de actividad es necesario realizar esfuerzos musculares, en algunos casos es necesario realizar contracciones musculares continuas y prolongadas en el tiempo a lo que se le denomina contracciones musculares isométricas, este tipo de esfuerzo muscular se le denomina estático, según F. Llaneza (2008) se caracteriza por entorpecer el suministro de oxígeno y de alimentos que necesita el músculo para poder contraerse, comprimiendo vasos sanguíneos y disminuyendo por tanto la irrigación sanguínea.

Llaneza menciona que, los residuos obtenidos a consecuencia del trabajo como lo son dióxido de carbono y ácido láctico deben evacuarse rápidamente para

impedir su concentración, tampoco pueden ser eliminados con la normalidad deseada, es por esta razón que este tipo de esfuerzo muscular es considerado perjudicial para el organismo.

El esfuerzo muscular dinámico es producido cuando, se produce un ciclo periódico de tensiones y relajamientos de los músculos en un lapso de muy corta duración a lo que se le llaman contracciones musculares isotónicas. En síntesis, en el trabajo dinámico los músculos se contraen y relajan rítmicamente, por lo que el flujo sanguíneo que llega al músculo aumenta elevando la frecuencia, requerimiento de oxígeno de los músculos y presión, en relación con la intensidad del trabajo que se ejecuta.

En los trabajos estáticos los músculos tienden a fatigarse con más facilidad que en los dinámicos.

4.4.2. Fatiga física

Según Llana (2008), relacionado al concepto de fatiga se encuentra la carga física de trabajo. Se puede definir la fatiga como la disminución de la capacidad física de un individuo posterior al haber realizado un trabajo en un tiempo determinado, es decir, es resultado de una carga de trabajo excesiva.

Como orientación, según Llana, se puede considerar como parámetro que, al finalizar la jornada laboral normal, se presentarán signos de fatiga cuando la carga de trabajo sobre pase el 30-40% de la máxima potencia aeróbica del individuo

(mayor cantidad de oxígeno en 1/min que el trabajador puede obtener durante el trabajo mientras respira a nivel del mar).

Asimismo, menciona, que cuando se presenta una sobrecarga física de trabajo y es mantenida durante un tiempo, la fatiga tiene efectos en los músculos inactivos, e incluso puede afectar el sistema nervioso, se pasaría de una fatiga normal, que genera un deterioro pasajero en ciertas partes del cuerpo al efectuar el trabajo, y se disminuye con el descanso, a una fatiga crónica o patológica, con repercusiones en todo en organismos y que puede llegar a ser irreversible.

Las principales consecuencias derivadas de la aparición de la fatiga en un puesto de trabajo:

- El trabajador nota un cansancio anormal.
- Los movimientos se hacen más inseguros y/o torpes.
- Disminuye el rendimiento, en calidad y cantidad.
- Se genera una sensación de malestar e insatisfacción.

4.4.3. Fisiología del gasto metabólico

Según Velásquez (2006), las necesidades energéticas del hombre se satisfacen a partir de la degradación de los alimentos, esencialmente a través de los hidratos de carbono (azúcares) y de las grasas, empleando como combustible el oxígeno. El organismo puede recurrir a mecanismos anaeróbicos para cubrir las necesidades iniciales de cualquier actividad física, pese a las variaciones

fisiológicas, se puede considerar por término medio de 1 litro de oxígeno se obtienen unas 4.85 kcal al transformar estos principios inmediatos (5 kcal si son hidratos de carbono y 4,7 kcal si son grasas).

Al proceso de obtención de energía a partir de la degradación de alimentos se le conoce como metabolismo de trabajo, consiste principalmente en la transformación de energía química obtenida de los alimentos a energía mecánica y térmica.

El gasto energético o metabolismo de trabajo se expresa normalmente en unidades de energía o de potencia: Julios (J), Calorías (cal) o Watios (W), en ocasiones se utilizan los watios por metro cuadrado (W/m^2), teniendo en cuenta a la diferencia de gasto energético existente en función de las distintas superficies corporales de cada individuo, se puede fijar como valor admisible recomendable un metabolismo de trabajo de 2000-2500 kcal/día (Llaneza, 2009).

4.4.3.1. Determinación del gasto energético

Existen dos principales métodos para calcular el gasto energético asociado al desarrollo de una actividad laboral: utilización de tablas metabólicas y la medición de varios parámetros fisiológicos.

4.4.3.1.1. Tablas de consumo metabólico

Son tablas extendidas, realizadas por especialistas, que se caracterizan por ser sencillas y de rápida aplicación, sin embargo, ofrecen menor precisión comparada con las realizadas con mediciones de variables fisiológicas, ya que se debe suponer las actividades realizadas del gasto metabólico por trabajador.

Se pueden utilizar las siguientes tablas metabólicas de acuerdo con el grado de precisión (de menor a mayor):

4.4.3.1.2. Consumo metabólico en función del tipo de actividad

Esta clasificación se caracteriza por contener escasez de precisión, ya que no requiere ningún estudio de puesto de trabajo anticipado, los expertos no recomiendan su utilización. (Ver anexo 1).

4.4.3.1.3. Consumo metabólico en función a las profesiones

Estas tablas presentan de manera muy imprecisa la información acerca del gasto metabólico, estas tablas tienen un principal defecto, ya que no se actualizaron e incluyeron los avances tecnológicos que varían las actividades físicas asociadas a las distintas profesiones.

4.4.3.1.4. Consumo metabólico en función de la actividad

Estas tablas son más precisas que las mencionadas anteriormente, para poder aplicarlas se debe realizar una adecuada y completa inspección del puesto de trabajo. (Ver anexos 2 y 3).

Estas son las tablas de gasto metabólico más completas, determinan el consumo metabólico a partir del estudio de diferentes actividades que el trabajo o el ciclo de trabajo. El valor corresponde a la suma en un determinado tiempo de los siguientes parámetros: el consumo metabólico basal, el consumo metabólico para la postura del cuerpo, el consumo metabólico por el tipo de actividad y el consumo metabólico por el movimiento del cuerpo relacionado con la velocidad de trabajo.

4.4.3.1.5. Metabolismo basal

Según Fernández Vaquero (2006), el metabolismo basal se define como “el oxígeno que consume una persona en situación fisiológica de reposo absoluto”, es decir es el consumo energético necesario para mantener el cuerpo en estado de inactividad, pero manteniendo las funciones vegetativas (persona en reposo, acostada y sin hacer la digestión). En las tablas mencionadas anteriormente, el componente del metabolismo ya está incluida, sin embargo, en las tablas en función de la actividad lo considera de manera independiente. El metabolismo basal (según estas tablas), se considera en relación con el peso, altura, edad y el sexo del individuo que va a desempeñar la actividad, aunque se pueden considerar como valores aproximados 44W/m^2 para hombres y 41 W/m^2 para las mujeres.

4.4.3.1.6. Metabolismo de la postura corporal

Se refiere al gasto metabólico relativo relacionado a la postura que el trabajador adopta al realizar su labor. (Anexo 3).

4.4.3.1.7. Metabolismo del tipo de actividad

Es el consumo energético producido a causa del tipo de trabajo realizado y de la intensidad con el que éste se desarrolla. (Ver anexo 4 y 5).

4.4.3.1.8. Metabolismo del desplazamiento realizado en función de la velocidad:

Se refiere al consumo de energía que supone el hecho de desplazarse horizontal o verticalmente a una determinada velocidad (Ver anexo 6).

Mediciones de parámetros fisiológicos

Llaneza indica que la medida de consumo de oxígeno o de la frecuencia cardiaca de una persona permite evaluar el metabolismo energético ya que indirectamente son función lineal del gasto energético.

Existe una metodología donde al conocer el consumo de oxígeno derivado de la actividad física, se puede conocer el gasto energético que ha provocado la actividad, el gran inconveniente para la aplicación del método es la utilización de la instrumentación para realizar la medición,

Otra metodología por aplicar es la medida indirecta del consumo de oxígeno a través de la frecuencia cardiaca (FC). Según Fernández Vaquero (2006) se conoce que cuando una persona realiza ejercicio progresivo existe relación lineal entre la FC y el consumo de oxígeno (al menos hasta las 170 pulsaciones por minuto), por lo tanto, siempre que las condiciones térmicas sean neutras y el trabajo muscular implique la utilización de pequeños grupos musculares, se dispone de este método

que no interfiere con el desarrollo de la actividad (pulsómetro en forma de reloj) y es aceptado totalmente por el trabajador.

Los principales parámetros para considerar asociados a la frecuencia cardíaca son los siguientes:

- **FCB (frecuencia cardíaca basal):** se define como la moda de la frecuencia cardíaca obtenida en un periodo de reposo (trabajador sentado antes del inicio del ciclo de trabajo) de 10min.
- **FCM_{máx.} (frecuencia cardíaca máxima):** es la frecuencia cardíaca máxima de trabajo durante el tiempo de estudio o registro.
- **FCM_{máx. t.} (frecuencia cardíaca máxima teórica):** este parámetro se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{FCM}_{\text{máx. t.}} = 220 - \text{Edad}$$

- **FCM (frecuencia cardíaca media):** es la frecuencia media de trabajo durante el tiempo de estudio o registro.
- **ΔFC (incremento de la frecuencia cardíaca):** recoge de manera simple la diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima y la frecuencia cardíaca media.
- **CCA (coste cardíaco absoluto):** se deriva del coste físico que suponen unas determinadas exigencias físicas:

$$\text{CCA} = \text{FCM} - \text{FCB}$$

- **CCR (coste cardiaco relativo):** indica la adaptación física del sujeto al puesto de trabajo. Se describe con la siguiente expresión:

$$\text{CCR} = \frac{\text{CCA}}{\text{FCMáx. t.} - \text{FCB}}$$

Según los parámetros antes descritos, existen dos métodos que nos permiten valorar el coste físico de una actividad e indirectamente clasificar los distintos puestos de trabajo según su penosidad o carga de trabajo.

4.4.3.1.10 Criterios de Chamoux, (NTP 295)

Según Solé (197/) mediante la NTP 295, refiere que estos criterios se aplicarán en la visión global del puesto de trabajo, así como también las duraciones de la jornada laboral de 10 horas consecutivas, para esto es necesario conocer los costes cardiacos relativo y absoluto. La carga física se valora usando una tabla donde se detalla la clasificación a partir del costo cardiaco absoluto del puesto de trabajo y el costo relativo del mismo. (Ver anexo 7).

4.4.3.1.11. Criterios de Frimat (NTP 295)

Según Solé (1991), este criterio evalúa y considera la carga de trabajo basado en la frecuencia cardiaca. Se asigna coeficientes de penosidad del 1 al 6, a los

diferentes indicadores cardiacos: frecuencia cardiaca media, costo cardiaco absoluto, costo cardiaco relativo y aceleración de frecuencia cardiaca. La sumatoria de estos coeficientes permite conceder una puntuación al puesto de trabajo que se clasifican de acuerdo a su penosidad y el requerimiento cardiaco. Se asignan coeficientes de penosidad del 1 al 6, a los diferentes indicadores cardiacos: frecuencia cardiaca media, costo cardiaco absoluto, costo cardiaco relativo y aceleración de frecuencia cardiaca. La sumatoria de todos los coeficientes permite conceder una puntuación al puesto de trabajo que se clasifica de acuerdo a su penosidad y el requerimiento cardiaco. (Ver anexo 7).

La determinación del puntaje del coeficiente de Frimat se obtiene con la suma de los coeficientes correspondientes a los cinco parámetros Frecuencia cardíaca media (FCM), aceleración de Frecuencia (Δ FC), Frecuencia Cardíaca máxima teórica (FC máx. t.), Costo Cardíaca Absoluto (CCA) e índice de Costo cardiaco Relativo (CCR). (Ver anexo 8).

Existe también un criterio de FRIMAT simplificado que se mide solo dos variables cardiacas el FCM y Δ FC (Ver anexo 9).

4.5. Estrés térmico

Mondelo y Torada (2000) indican que la existencia de calor en el ambiente laboral desencadena una fuente de problemas, que ocasionan que los trabajadores presenten quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y en ocasiones riesgos para la salud.

Estudiar el ambiente térmico requiere de conocimiento de varias variables del ambiente, como por ejemplo el tipo de trabajo y del individuo. Una combinación de estas variables podría dar lugar a situaciones de discomfort, sin presentar riesgos para la salud del trabajador. Pocas veces el ambiente térmico puede generar riesgos para la salud, sin embargo, se puede considerar la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%), y trabajos que impliquen un esfuerzo físico.

Según Mondelo (1995), una persona expuesta a un ambiente caluroso aumenta el riesgo por exposición a estrés térmico, esto depende si, de la producción de calor de su organismo como resultado de la actividad física y por supuesto de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre su cuerpo y el ambiente. Cuando el calor producido por el cuerpo no puede ser emitido al ambiente, tiende a acumularse en el interior del cuerpo, provocando que la temperatura del cuerpo aumente y pueda ocasionar daños irreversibles.

Factores que influyen en el estrés térmico, según Mondelo (1995)

- **Sexo:** Las mujeres presentan mayor dificultad para soportar la sobrecarga calórica con respecto a los hombres, las mujeres poseen una menor capacidad cardiovascular por lo que esta condición hace que se aclimaten peor. Algunos aspectos como la temperatura de piel, capacidad evaporativa, y metabolismo, son ligeramente inferiores.
- **Constitución corporal:** Las personas corpulentas se encuentran en desventaja

en ambientes cálidos, pero en ventaja en ambientes fríos, debido a que la producción de calor de un cuerpo es proporcional a su superficie (W/m^2).

- a) Edad: Los mecanismos termorreguladores del cuerpo con la edad son menos eficientes. La frecuencia cardiaca máxima y la capacidad de trabajo físico disminuyen.
- b) Etnia: No se ha podido comprobar que el color de la piel influya en la absorción de las radiaciones infrarrojas.
- c) Vestido: Amortigua o incrementa los efectos del ambiente térmico de una persona.

El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de discomfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el

calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

4.6. Método Fanger

Thermal y McGraw-Hill (2015) ellos fueron los que elaboraron un procedimiento que reúne varias variables que ayudan a valorar como torna el ambiente térmico en un entorno laboral. El método de Fanger evalúa dentro de su estudio la velocidad o nivel de las actividades que desarrollan los participantes, estimación de la ropa que utilizan, la velocidad del aire, la humedad relativa en el entorno laboral y la temperatura. Cada una de estas variables influye en los cambios térmicos hombre-entorno, afectando a la sensación de confort.

Para obtener el equilibrio térmico, este no garantiza el confort. El cuerpo humano es capaz de equilibrar el balance térmico en ocasiones donde no exista por lo que para valorar si existe dicha sensación se deben considerar aspectos como: La cantidad de sudor excretado, la temperatura y las actividades que desarrolle. Un ejemplo es que al aumentar la actividad crece el consumo metabólico y así la cantidad de sudor que se evapora debe crecer para mantener un equilibrio, mientras la temperatura de la piel debe disminuir.

Utilizar Fanger en la investigación es uno de los métodos más desarrollados para la estimación del confort térmico, que calcula dos índices denominados Voto medio estimado (PMV) y Porcentaje de personas insatisfechas (PPD); que nos refieren la

sensación térmica de un entorno y el porcentaje de personas que se sentirán insatisfechos en un ambiente laboral. Esto nos resulta beneficioso para evaluar la situación cuando se proyecta o busca modificar un ambiente térmico. Es importante recalcar que la aplicación del método queda como parte de la norma ISO 7730 que es relacionada a la evaluación del ambiente térmico.

Factores para la aplicación del método Fanger, según Thermal y McGraw-Hill (2015)

El voto medio estimado evalúa el valor medio de la sensación térmica, a través de 7 niveles que son los siguientes: frío, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso y muy caluroso. Esto relacionado al equilibrio del cuerpo humano y la diferencia entre el calor del cuerpo y la pérdida en el ambiente que se encuentra expuesto. Y el porcentaje de personas insatisfechas se da por notar si existe demasiado frío o calor, entonces se consideró a las personas que emiten que la sensación térmica provocó que el entorno fuese desagradable.

Aplicar el método de Fanger para valorar el confort térmico de un determinado entorno supone los siguientes pasos:

1. La recopilación de información sobre el entorno.
2. Cálculo del voto medio estimado
3. Cálculo de porcentaje estimado de insatisfechos
4. Análisis de los resultados obtenidos
5. Indicar correcciones de mejora a las condiciones térmicas
6. Realizar nuevamente la tarea con el método para corroborar su efectividad.

A su vez el método tiene algunas limitaciones que son importantes de considerar la aplicación de Fanger según la "ISO 7730" de ergonomía del ambiente térmico es que el voto medio estimado con variables que sean comprendidas dentro de los intervalos de ambientes térmicos entre frescos (-2) y muy calurosos (2).

Estudiar el método nos refiere que está diseñado para los estudios de condiciones ambientales permanentes, aunque son de buena referencia para una aproximación de distintas variaciones en un estudio, en los casos de valores ponderados en el tiempo.

5. Estrategia metodológica

5.1 Localización del área de estudio

La presente investigación busca analizar la existencia del riesgo por gasto metabólico correlacionado con la carga física del trabajo y condiciones ambientales específicamente estrés térmico y confort térmico; por otra parte determinar cuán expuestos están los trabajadores, mediante el diseño de una herramienta (matriz) en Excel, que permite tabular los datos obtenidos de los estudios de campo y con ellos establecer las conclusiones y recomendaciones para la correcta toma de decisiones en pro del bienestar físico del personal y así asegurar la continuidad del negocio.

Subestaciones en estudio y Unidades Regionales (Ver anexo 10).

Cuadro 2. Ubicación de las subestaciones en estudio

Nombre	Distrito	Cantón	Provincia	Poblados Cercanos (2km)
Arenal	Santa Rosa	Tilarán	Guanacaste	Barrio Los Moisos, Colonia ICE Tilarán
Barranca	Barranca	Barranca	Puntarenas	Libertad ochenta y uno, Barranca Centro, Guadalupe, Barramar, San Miguelito, San Joaquin.
Cañas	Cañas	Cañas	Guanacaste	Criaderos de Tilapia Terrapez
Liberia	Liberia	Liberia	Guanacaste	Santa Lucía, Alaska, Condega, El Peloncito, El Capulin, Llano La Cruz

Fuente: Área Mejoramiento de la Gestión y Calidad, NT

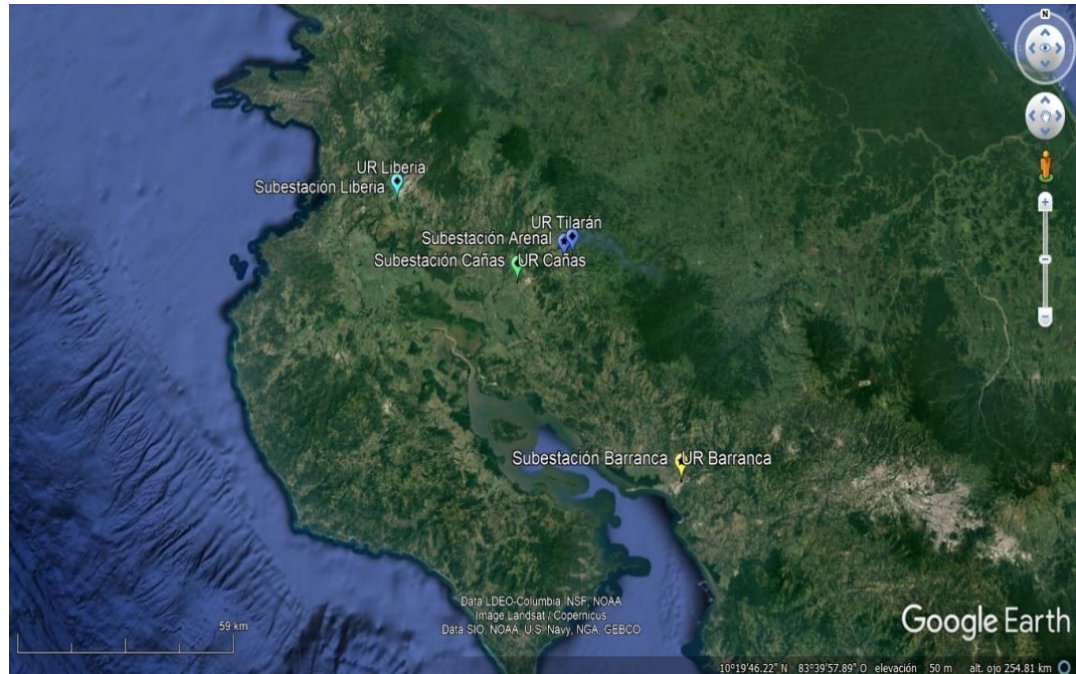


Ilustración 2. Distribución Geográfica de las subestaciones atendidas por AAT, Región Chorotega

Fuente: Google Earth, 2019

5.2. Población trabajadora participante

La población que participó en la presente investigación fueron los trabajadores del Área Alta Tensión (en adelante AAT) de la Región Chorotega adscrita al Negocio de Transmisión del I.C.E. esta área es responsable de ejecutar las labores de mantenimiento e indisponibilidades programadas en subestaciones eléctricas, está dividida en cuatro cuadrilla conformadas por tres colaboradores cada una (Barranca, Cañas, Liberia, Tilarán); la investigación se realizó en el periodo que comprende al segundo y tercer trimestre del año 2019, con un total de 12 trabajadores aunque la población total de AAT es de 23 colaboradores para efectos del estudio se tomó la población que realiza labores que competen a mantenimientos e indisponibilidades

representando el 100% del área a estudiar, donde su población total fue de sexo masculino. La exposición al riesgo de gasto metabólico, carga física y estrés térmico se encuentra presente para todos los trabajadores ya que están expuestos en su labor diaria.

Debido a que el estudio está enfocado al grupo de AAT que realiza labores en patios de subestaciones con exposición solar, la muestra será el 100 por ciento de la población laboral; las edades de los colaboradores oscilan entre los 31 a los 59 años, todos cuentan con plaza fija, en el área se cuenta con variedad de puestos según la coordinación de área y experticia del técnico. La población cuenta con un nivel de escolaridad de primaria completa, en algunos casos con un nivel de estudios universitarios incompletos.

5.3. Limitaciones del estudio

Los constantes cambios en las fechas programadas de mantenimientos rutinarios e indisponibilidades mayores generaron atrasos en la ejecución de la mediciones, debido a que AAT depende de la desenergización del módulo a intervenir, el área debe esperar autorización del CENCE y el Área Operación de Subestaciones de NT, es importante mencionar que para la institución es indispensable no comprometer la venta del servicio cuando se deban de ejecutar labores en las subestaciones, ya que el sistema siempre debe estar respaldado.

Otro aspecto que nos generó limitaciones fue la disponibilidad y préstamo del equipo de estrés térmico, al no contar con el equipo se tuvo que realizar una solicitud al área

de Seguridad Industrial del Talento Humano de la institución y esperar la remisión del informe, esto nos limitó de la información necesaria para el desarrollo o aplicación de una metodología más robusta en materia de estrés térmico.

5.4. Técnicas de recolección de datos

5.4.1. Estudio de las mediciones antropométricas, estilos de vida e información laboral por colaborador.

Para el presente estudio se aplicó una encuesta adaptada de 53 interrogantes basadas en la ficha de datos de la NTP 295, con preguntas abiertas y cerradas (ver apéndice 2), con el fin de recopilar información requerida para evaluar algunas características, entre ellas:

- Variables sociales: Sexo, estado civil, edad, lugar de residencia, hábitos alimenticios, hábitos saludables (ejercicio), entre otras.
- Variables fisiológicas: Peso, talla, índice de masa corporal (IMC en adelante), edad metabólica, grasa corporal, entre otras.
- Variables demográficas laborales: Unidad regional, años de servicio, tipo de nombramiento, entre otras.

La encuesta fue separada por secciones para dirigir al trabajador en sus respuestas y obtener información de interés por cada sección; las preguntas fueron orientadas con el fin de comprobar cuál era la percepción de los trabajadores sobre: Información general (años de servicio, puesto, entre otras) cinco preguntas, su alimentación dos preguntas, fumado cuatro preguntas, bebidas alcohólicas una pregunta, ingesta de

medicamentos tres preguntas, ejercicio físico realizado cuatro preguntas, sueño o descanso cuatro preguntas, sedentarismo y movilización siete preguntas, consideraciones del ambiente de trabajo como percepción de las actividades que realiza en mantenimientos e indisponibilidades programadas, asimismo bebidas consumidas entre otras veintitrés preguntas.

5.4.2. Metodología de evaluación del riesgo de gasto metabólico correlacionado a la carga física del trabajo y factores ambientales en específico estrés y confort térmico

Una vez obtenida la autorización por parte de la Dirección del Negocio de Transmisión y la Coordinación del Proceso Gestión de la Red Región Chorotega, se realizó una reunión con la ingeniera a cargo del Área de Alta Tensión en la Región, donde inicialmente se pidió su autorización y guía para planificar fechas para realizar las encuestas y mediciones en campo según las actividades anuales planificadas de cada cuadrilla. Posterior a esta actividad, se visitó cada cuadrilla y se les explicó la finalidad de la investigación desarrollada, una vez finalizó el proceso informativo se les solicitó leer y firmar el consentimiento de participación por escrito, aclarando que la información que se suministró sería confidencial, y que el estudio no buscaba repercusiones negativas en sus funciones cotidianas, todo lo contrario, pretendía proveer las condiciones de seguridad óptimas durante el desarrollo de este tipo de actividades; así mismo se hizo de conocimiento a los colaboradores que en el momento en que así lo consideraran podrían abandonar el estudio, garantizando la confidencialidad de caso. Finalizado el proceso de información a los participantes se

les aplicó la encuesta, asimismo se les realizaron mediciones antropométricas como talla, peso, índice de masa corporal, grasa corporal, grasa visceral, porcentaje de músculo, edad metabólica, calorías requeridas según talla y peso, mediante el uso de una báscula digital marca Omron modelo HBF-214.

Finalizada la etapa anterior se coordinó con los encargados técnicos de cada cuadrilla las fechas específicas para mediciones, una vez coordinado este punto fue importante determinar los insumos necesarios de nuestra parte para la actividad.

Una vez recopilada la encuesta, se pudo iniciar con la segunda etapa, la cual consistió en identificar a través de los instrumentos bibliográficos escogidos, el método adecuado según lo que se requirió para la investigación, analizado este punto se tomó la decisión de utilizar las NTP 1011 y 295 formuladas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSTH), en el caso de la NTP 1011 se utilizó su método el de Variación del gasto metabólico para un ciclo de trabajo, este método se adaptaba a las condiciones de trabajo durante la jornada laboral, y aunque las tablas no eran de aplicación inmediata, las tareas debieron ponderarse y medirse en tiempo, esto exigió cronometrar el puesto de trabajo por trabajador para conocer cada tarea de cada actividad, conociendo estos datos se hizo un análisis detallado de las actividades del ciclo de trabajo de acuerdo a la tablas suministradas por la norma.

Por otra parte, se utilizó la NTP 295 para determinar la carga física del trabajo, donde Solé (1991) refiere que “la aplicación del método para estimar el gasto metabólico a partir de la frecuencia cardíaca, mediante la implementación de un

pulsómetro, proporciona valores cualitativos y cuantitativos” (este último proporciona datos de FC de reposo, FC media de trabajo [FCM], costo cardíaco absoluto, costo cardíaco relativo y aceleración de la frecuencia cardíaca), para medir la FC en los trabajadores se les colocó relojes pulsómetros marca Polar®, modelos M200 y M600 que permitieron medir FC mínima y FC máxima. Debido a que los mantenimientos e indisponibilidades programados se realizarían en tiempos de 4 horas máximo, se debió utilizar el método de Frimat que corresponde para duraciones de trabajo menores a 8 horas consecutivas.

En síntesis, la utilización de esta metodología permitió el cálculo del gasto energético asociado a trabajos específicos o de una actividad global, basándose en la medida de parámetros fisiológicos (ritmo cardíaco bajo condiciones determinadas), por medio del uso de tablas que referían la tasa metabólica para la carga de trabajo según la parte del cuerpo implicado, así como la tasa metabólica requerida para actividades específicas, proporciona la variación del gasto energético para un ciclo de trabajo.

Se realizó una matriz en programa Excel donde se integraron los parámetros requeridos según la metodología seleccionada; a través de este instrumento se puede determinar por trabajador la carga física del trabajo y la tasa metabólica de acuerdo con la tarea realizada.

De igual forma se obtuvieron registros fotográficos, videos, acompañados de observación directa del proceso, para análisis posturales y cargas de trabajo.

Debido a la carencia de equipos en NT, para la medición de estrés térmico, se gestionó a través de la coordinación de Salud y Seguridad en el Trabajo del Negocio, el préstamo del equipo al Área de Seguridad Industrial, además se solicitó a esta área la entrega del informe de las mediciones realizada, considerando que cuenta con el software para descargar los datos medidos. Una vez remitidos los datos por Seguridad Industrial, se procedió a utilizar el Decreto Ejecutivo N°39147-S-TSS, definido para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico por Calor y la NTP 322 elaborada para la valoración del riesgo de estrés térmico (Índice WBGT); a través de estos instrumentos, se evaluó las condiciones de confort térmico en las que se encontraban las subestaciones en análisis, es necesario recalcar que las mediciones de este factor no fueron realizadas durante la ejecución de los trabajos en el sitio, debido a los cambios realizados por el área en la ejecución de sus labores sumado a la disponibilidad del equipo para ser utilizado por las aprendientes; de ahí que se tomó la decisión de evaluar la condición de estrés térmico amparadas en el Reglamento para la Prevención y Protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor del Consejo de Salud Ocupacional (CSO), utilizando el índice de calor por condiciones climáticas, en su cuadro 17, página 18, nos permitió identificar los meses de mayor exposición y así evaluar la condición.

Para realizar las mediciones se empleó un medidor de estrés térmico (TGBH), marca QUESTemp°36 (Thermal Environment Monitor) calibrado (última calibración 20-03-2019) y certificado número 20190307-97-1, emitido pro SCM Metrología y Laboratorios S.A.

Simultáneamente realizamos la compra de un software diseñado por estudiantes Universidad Politécnica de Valencia, donde se aplica un método para evaluación de ambiente térmico, concretamente Método Fanger, aunque conocemos que la aplicación del método comprende principalmente interiores, consideramos relevante aplicar la metodología con la valoración únicamente de Voto Medio Estimado (PMV), con el fin de determinar la sensación térmica de los trabajadores y corroborarlo con la información suministrada por ellos mismos en la encuesta. Ahora bien, el software estima el PMV con los siguientes datos: temperatura del aire, velocidad del aire, temperatura radiante media, humedad relativa, también considera el aislamiento de la ropa y la tasa metabólica, con estos datos el software calcula el PMV y los categoriza según sus 7 niveles.

Durante los días que se realizaron las mediciones de gasto metabólico, se ingresó en tiempo real al sitio web del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica para obtener los datos necesarios para calcular PMV.

Mediante el análisis de las metodologías se obtuvo, el consumo metabólico de las actividades evaluadas, la capacidad física de cada trabajador asociada a la tarea y ciclo de trabajo, y las consideraciones que pudo provocar el entorno ambiental (específicamente estrés y confort térmico); así como, los requerimientos de hidratación, u otras medidas preventivas necesarias para garantizar el bienestar físico de los trabajadores.

5.5. Consideraciones éticas

5.5.1. Consentimiento Informado

En relación con los principios que establece la Ley General de la Salud, así como, el Reglamento para la Investigación y Experimentación en Seres Humanos (emitido por decreto ejecutivo N 5463-SPPS del 5 de diciembre de 1975) toda investigación que se realice debe respetar los principios éticos de: autonomía, beneficencia, justicia y respeto, hacia todas las personas que participen en un proceso de investigación.

Por ende, en esta investigación propició establecer y respetar obligatoriamente los siguientes preceptos éticos:

- Respeto a cada uno de los colaboradores del Sector de Transmisión del ICE que participen del estudio, honrando su personalidad, dignidad, intimidad, pensamientos y creencias.
- Respeto a la buena fe que manifiesten y expresen los colaboradores del Instituto Costarricense de Electricidad en el proceso de investigación
- Información de carácter confidencial, no se revelará datos personales a terceros sin su respectivo consentimiento.
- Se proporcionará honestidad, transparencia y una comunicación oportuna entre las partes que intervengan en el estudio.
- No se causará ningún daño de forma directa e indirecta a la integridad física, psíquica y emocional de los participantes; por el contrario, se maximizará los beneficios basados en los principios de beneficencia y no maleficencia.

- Garantizar un trato justo para cada uno de los participantes del estudio, sin más ni menos atributos que su condición amerite
- Todo colaborador por participar del proceso de investigación tendrá la autonomía de decidir por sí mismo los actos y procesos a los cuales se expondrá de forma directa e indirecta. Para ellos se deberá disponer de un Consentimiento informado por escrito de cada uno de los participantes del estudio o representante legal, que garantice que los mismos han sido informados y comprenden claramente la finalidad de la investigación, los riesgos asociados al proyecto, procedimientos, posibles beneficios y el derecho de abandonar el mismo si así lo consideran. El colaborador por participar dio su consentimiento de participación de forma voluntaria, no se permitió su colaboración bajo persuasión, coerción, influencia o presión. La investigación dio inicio una vez que se dispuso de la autorización de la coordinación de la región Chorotega y la dirección del Negocio de Transmisión; y en cuanto se dispuso del Consentimiento Informado de los participantes y la respectiva aprobación por el Comité Evaluador de la Universidad Técnica Nacional.

5.6 Tipo de investigación

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos, que se aplican al estudio de un fenómeno o problema. Sampieri (2014).

El tipo de investigación realizada fue clase mixta, descriptiva, analítica y observacional, aplicada a los trabajadores del área de Alta Tensión del Negocio de Trasmisión, Región Chorotega ICE, para proponer un plan de trabajo adecuado, eficaz y armonioso entre las partes vinculadas (personal operativo e institución).

5.7. Definición de variables y operacionalización.

En el siguiente cuadro adjunto se detalla la definición de las variables a emplear en el desarrollo de proyecto de investigación, su respectiva conceptualización, indicadores e instrumentos.

Cuadro 3. Definición de variables operacionales

Objetivo específico	Definición conceptual	OPERACIONALIZACIÓN		
		Variable	Indicador	Metodología / instrumento
Estudiar al personal según sus mediciones antropométricas, estilos de vida e información laboral y así determinar el gasto metabólico diario total.	Características de la población trabajadora operativa del Negocio de Transmisión.	Edad, sexo, estatura, peso, enfermedades, actividad física, consumo de alcohol, cigarrillo, puesto de trabajo, años de laborar con ICE	-Años cumplidos en el momento del estudio. -Kilogramos medidos. - NTP 295: "Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardiaca"	-Encuesta (53 preguntas abiertas y cerradas) -Báscula
Estimar la carga física de trabajo y calcular la tasa metabólica del ciclo de trabajo para cada colaborador según las mediciones realizadas en las labores de mantenimientos rutinarios e indisponibilidades mayores programadas de las subestaciones determinadas para este estudio.	Agotamiento físico originado de la demanda de las funciones orgánicas, sumadas a la requeridas para el desarrollo de labores operativas del personal, según el ciclo de tarea y esfuerzo físico generado durante la misma.	Capacidad física de los trabajadores. Gasto energético	NTP 295: "Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardiaca" - Aplicar NTP 1011: "Determinación del metabolismo energético mediante tablas"	-Observación directa -Entrevistas -Pulsómetro -Tablas de evaluación.
Evaluar las condiciones de estrés y confort térmico a las que se encuentran expuestos los trabajadores del presente estudio con el fin de determinar su relación.	Sensación de malestar físico que se experimenta al realizar labores en ambiente determinados que requiere de esfuerzos físicos, aumento de la temperatura interna, mientras se efectúa el intercambio de agua y demás sustancias del cuerpo.	Temperatura Seca Temperatura Globo Humedad Relativa	-NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. -Decreto N° 39147 S-TSS Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor -Software Ergonautas Confort térmico Método Fanger	-Medidor de Estrés Térmico. -Tablas de evaluación -Estaciones automáticas IMN

<p>Determinar si existe relación entre las variables de gasto metabólico, carga física de trabajo, estrés y confort térmico, durante la ejecución de los procesos en análisis.</p>	<p>Comparación de los datos obtenidos de las evaluaciones operativas en relación con los parámetros fundamentados técnicamente en relación al estrés y confort térmico, gasto metabólico y carga de trabajo, para resolver correlación o influencia sobre el trabajador.</p>	<p>Gasto metabólico Capacidad física Estrés térmico Confort térmico</p>	<p>-Metodología de valoración elaborada según NTP 295 y NTP1011</p>	<p>Observación (videos, fotografías) Encuesta Pulsímetro Cálculo de la demanda metabólica y la capacidad física</p>
<p>Elaborar una matriz para el cálculo del gasto metabólico del ciclo y carga física del trabajo.</p>	<p>Matriz en programa Excel que permite a través de fórmulas según la metodología escogida, el cálculo de tasa metabólica del ciclo de trabajo y la carga física de la actividad que se realiza.</p>	<p>Edad, Peso, Talla, FC mínima, FC máxima, Gasto metabólico Capacidad física</p>	<p>-Metodología de valoración elaborada según NTP 295 y NTP1011</p>	<p>Observación (videos, fotografías) Encuesta Pulsímetro Cálculo de la demanda metabólica y la capacidad física</p>

6. Presentación y análisis de los resultados.

Los siguientes datos se describirán con un código proporcionado por las investigadoras para identificar a los colaboradores en estudio, entiéndase de la siguiente manera:

- T1, T2, T3: Unidad Regional (UR) o Cuadrilla Tilarán
- C1, C2, C3: Unidad Regional (UR) o Cuadrilla Cañas
- L1, L2, L3: Unidad Regional (UR) o Cuadrilla Liberia
- B1, B2, B3: Unidad Regional (UR) o Cuadrilla Barranca

Estos códigos tuvieron la objetividad de resguardar la confidencialidad de los datos del personal en el presente estudio.

6.1. Estudiar al personal según sus mediciones antropométricas, estilos de vida e información laboral y así determinar el gasto metabólico y carga física de trabajo por colaborador.

6. Características sociodemográficas laborales.

Cuadro 4. Características sociales del personal de AAT, Región Chorotega.

<i>Edades</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>20-30 años</i>	0
<i>31-40 años</i>	2
<i>41-50 años</i>	3
<i>51-65 años</i>	7
<i>Media</i>	52.50
<i>Desviación estándar</i>	8.49
<i>Moda</i>	54

Como se puede apreciar en la Cuadro 4, de los 12 trabajadores que conforman la población laboral en estudio, predomina en su totalidad el sexo masculino alcanzando un 100%; en el desempeño de labores técnicas de campo en AAT, no existe actualmente el recurso femenino, aunque la institución fomenta a través de su programa y Política Institucional de Igualdad y Equidad de Género (Grupo ICE, 2016), la incorporación de la mujer en la fuerza laboral técnica.

En el apartado de edades, se observa que la población estudiada posee una edad avanzada, es decir, el mayor porcentaje 58.3% de la población en estudio representa este rango de edad, para un total de 7 colaboradores.

La media de edad de la población es de 52.50 años, tres colaboradores están en condición de alcanzar la media de edad, dos personas de esa población laboral se encuentran por debajo de la media.

En la actualidad la Super Intendencia de Pensiones de Costa Rica (SUPEN, 2018), estableció la edad de pensión, en caso del sexo masculino a partir de los 61 años y 11 meses de edad, con la salvedad que el trabajador debe haber aportado al régimen 462 cuotas, por factores de redondeo para este estudio estimaremos la edad a los 62 años.

Realizando un análisis de la media en estudio, comparado con la edad de pensión establecida en C.R., determinamos que ésta media sobrepasa en 22,50 años la mitad de la edad de pensión (31 años), por lo tanto, la media de edad de pensión de la población laboral está un 35% por encima de la mitad de edad de pensión, hay que mencionar además que la media de edad alcanza un 83.33% del total de la edad de pensión, esto evidencia que gran parte de la población analizada se encuentra por encima de la mitad (50%) de su vida laboral, acercándose a la edad límite establecida por la SUPEN, en la que pueden optar por una posible jubilación.

Según Fernández (2012), las personas de edad avanzada le dan importancia a la salud como un factor determinante para considerar una prejubilación; los deterioros a la salud desempeñan un papel importante en toma de esta decisión, ya

que en muchas ocasiones, este grupo etario presentan un deterioro a la salud relacionado a los cambios normales relacionados a la edad y estilos de vida, como sedentarismo, obesidad, consumo de bebidas alcohólicas, fumado, sin embargo, aquellos trabajadores que mantienen un estado de salud saludable pueden optar por esta opción para disfrutar de sus hobbies y actividades de ocio durante el periodo de la vida post laboral.

6.1.2. Características Laborales

Cuadro 5. Características laborales de la población trabajadora en estudio.

Cantidad de trabajadores	Frecuencia
Área de Alta Tensión	12
Años de Servicio	Frecuencia
10 a 19 años	3
20 a 29 años	4
30 a 39 años	5
Lugar de residencia	Frecuencia
Tilarán	2
Cañas	4
Liberia	3
Barranca	1
Miramar	1
Esparza	1
Unidad Regional	Frecuencia
Tilarán	3
Cañas	3
Liberia	3
Barranca	3

En el Cuadro 5, se identifican las características laborales de la población, esta población representa el 52% de la población total de AAT en la región, todos los colaboradores se encuentran en nombramiento fijo.

El 42% se encuentra dentro del rango de 30 a 39 años de servicio, coincidiendo con la tabla 4, donde el 58.3% de los colaboradores se encuentran entre los rangos de edad de los 51 a 65 años, he aquí nuestra observación que la población en estudio se encuentra en edad cercana a pensionarse.

En relación con el lugar de residencia, será preciso indicar que para efectos de la investigación este punto es relevante para demostrar que todos trabajadores se encuentran aclimatados disminuyendo un factor relevante para las consideraciones de exposición a estrés térmico.

6.1.3. Estilo de Vida.

Cuadro 6. Estilo de vida de las cuadrillas de mantenimientos menores e indisponibilidades programadas

Colaboradores Fumadores	Frecuencia
<i>Activos</i>	1
<i>No Fumadores</i>	10
<i>Exfumadores</i>	1
Consumo de Alcohol	Frecuencia
<i>Activos</i>	8
<i>No Activos</i>	4
Ejecución de Actividad Física	Frecuencia

Sí	10
No	2
Periodicidad	Frecuencia
<i>1 vez a la semana</i>	2
<i>Cada 2 días</i>	1
<i>3 veces a la semana</i>	5
<i>4 días a la semana</i>	1

En relación con el estilo de vida que mantiene el personal en estudio se puede referir, que el 83,3% no fuman ni han fumado en su vida, únicamente uno de ellos se considera un fumador activo, por otra parte con respecto al consumo bebidas alcohólicas el 67% indicó consumir este tipo de bebidas; analizando ambos hábitos no saludables en la población, el fumado no representa un factor de riesgo, ya que un alto porcentaje de esta población no lo realiza, por otra parte, en el caso de consumo de bebidas alcohólicas, más de la mitad de la población externó consumir bebidas alcohólicas durante la semana, éste y otros hábitos no saludables en conjunto pueden propiciar que la salud del trabajador se vea afectada por enfermedades asociadas, llámese a estas diabetes, hipertensión, cáncer entre otras.

Así mismo, seis de los 12 trabajadores confirmaron consumir algún tipo de medicamento durante el día para controlar padecimientos fisiológicos, de los cuales sobresale en 67% la Hipertensión Arterial, sumado a un 16.6% correspondiente a Diabetes. Seis personas exteriorizaron no ingerir ningún medicamento.

Caro y Franco (2017), afirma lo siguiente:

El entrenamiento físico mejora la movilidad articular, la postura y el metabolismo; aumenta la fuerza y la resistencia muscular y así la fatiga se siente menos; mejora las fibras musculares para el manejo adecuado de las cargas y las velocidades requeridas en el ambiente laboral, cuando se realizan trabajos repetitivos de alguna parte del cuerpo. El ejercicio físico permite manipular los pesos con menos dificultad, lo que aumenta la capacidad de reacción, evitando repercusiones negativas en otras estructuras del sistema osteomuscular; también mejora la propiocepción y el equilibrio, lo que hace que se produzcan menos accidentes de trabajo (pag.6).

De igual forma estas autoras refieren que:

Con el envejecimiento se producen unos cambios a nivel fisiológico, a nivel físico y también una disminución de funciones fisiológicas, como la masa muscular, la flexibilidad, la agilidad, la resistencia, el equilibrio, la capacidad cardiorrespiratoria y la masa ósea; y una disminución de las capacidades físicas y habilidades motoras. La inactividad física aumenta la grasa corporal y la glucosa en la sangre; y disminuye la densidad ósea, lo que facilita la aparición de enfermedades como la diabetes, la hipertensión y la osteoporosis. Las personas físicamente activas tienden a tener un envejecimiento saludable. El entrenamiento de resistencia desempeña un papel importante en el desarrollo de habilidades y destrezas que reducen el riesgo de accidentes y caídas (p. 23).

6.1.4. Análisis gasto metabólico, carga física de trabajo y estrés-confort térmico.

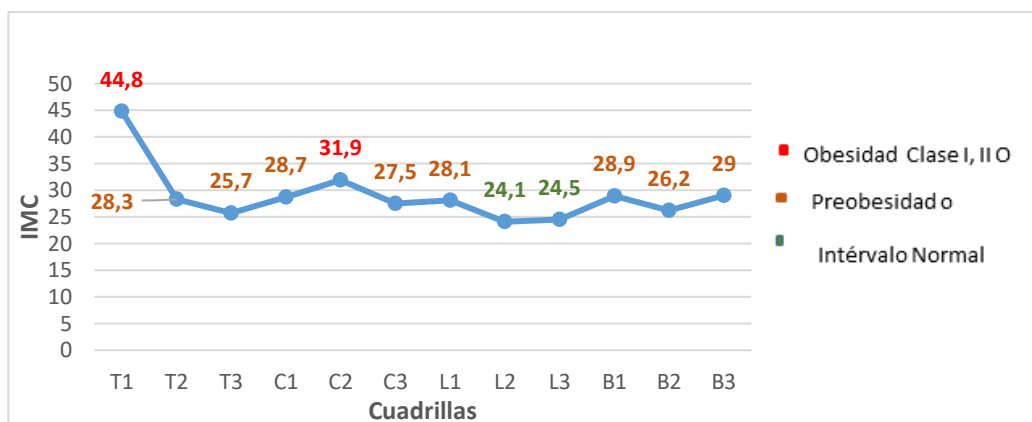


Gráfico 1. Clasificación del índice de masa corporal

En el Gráfico 1 se puede observar diferencias entre del IMC de los sujetos bajo evaluación; en la cuadrilla de Tilarán, se obtuvo el más alto y el mayor promedio del Índice de Masa Corporal (IMC), condición que posiciona al personal con obesidad clase III según los rangos normales para adultos establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

La cuadrilla de Liberia presentó el menor promedio y el mínimo Índice de Masa Corporal en la población trabajadora, siendo éste el grupo de trabajo en donde la mayoría de sus integrantes se encuentran dentro del criterio normal de peso.

Las cuadrillas de Cañas y Barranca presentaron una menor variación entre los datos obtenidos; sin embargo, el grupo de Cañas presentó el segundo lugar más alto de IMC, refiriendo un individuo con obesidad de clase I.

Tanto el resto del personal de las cuadrillas de Tilarán, Cañas y Barranca se encuentran contemplados dentro del rango de pre-obesidad. (Ver anexo 12).

Martínez (2015) indica que:

El estado de salud de los trabajadores presenta una incidencia directa en el desempeño laboral y por ende puede afectar la eficiencia y productividad en el desarrollo de sus funciones, generando bajos niveles de producción, mala ejecución en el desarrollo de las tareas, ambientes de trabajos negativos y aumento de costos por incidencia en enfermedades (pag.25).

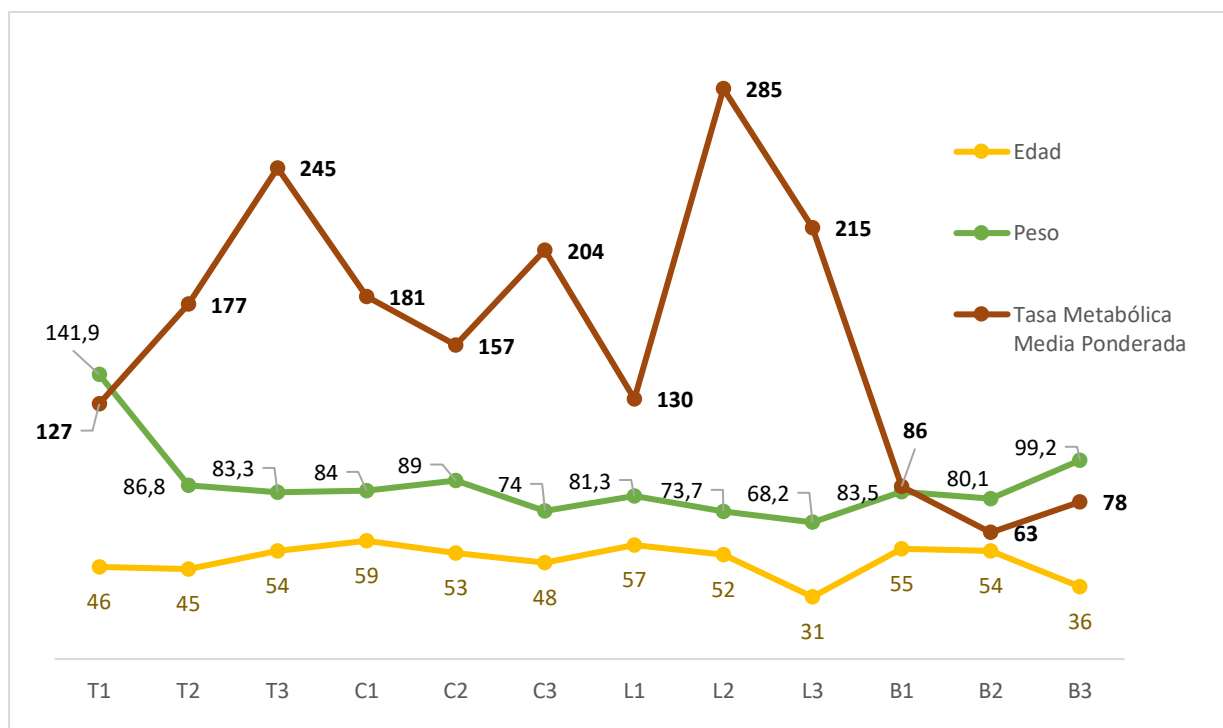


Gráfico 2. Relación presentada entre la edad, peso y tasa metabólica ponderada en función del tiempo

Es importante mencionar que la tasa metabólica ponderada en función del tiempo obedece a la relación entre el gasto generado por cada tarea y el tiempo para ejecutar las actividades y con esto cumplir el ciclo de trabajo.

Según lo muestra el gráfico 2, el colaborador que presentó la tasa metabólica ponderada en función del tiempo (4 horas) más elevada (285 W.m^2) pertenece a la cuadrilla de Liberia, un masculino de 52 años y con un peso corporal de 68,2 kg siendo la persona de menor peso en el estudio; a su vez el colaborador que presentó mayor peso en kg (141,9) se caracterizó por representar una tasa metabólica ponderada en función de tiempo de 127 W.m^2 .

La tasa metabólica ponderada en función del tiempo más baja (63 W.m^2), corresponde a un masculino de 54 años con peso de 80.1kg, 3.4 kg por debajo de la media de peso del grupo en estudio.

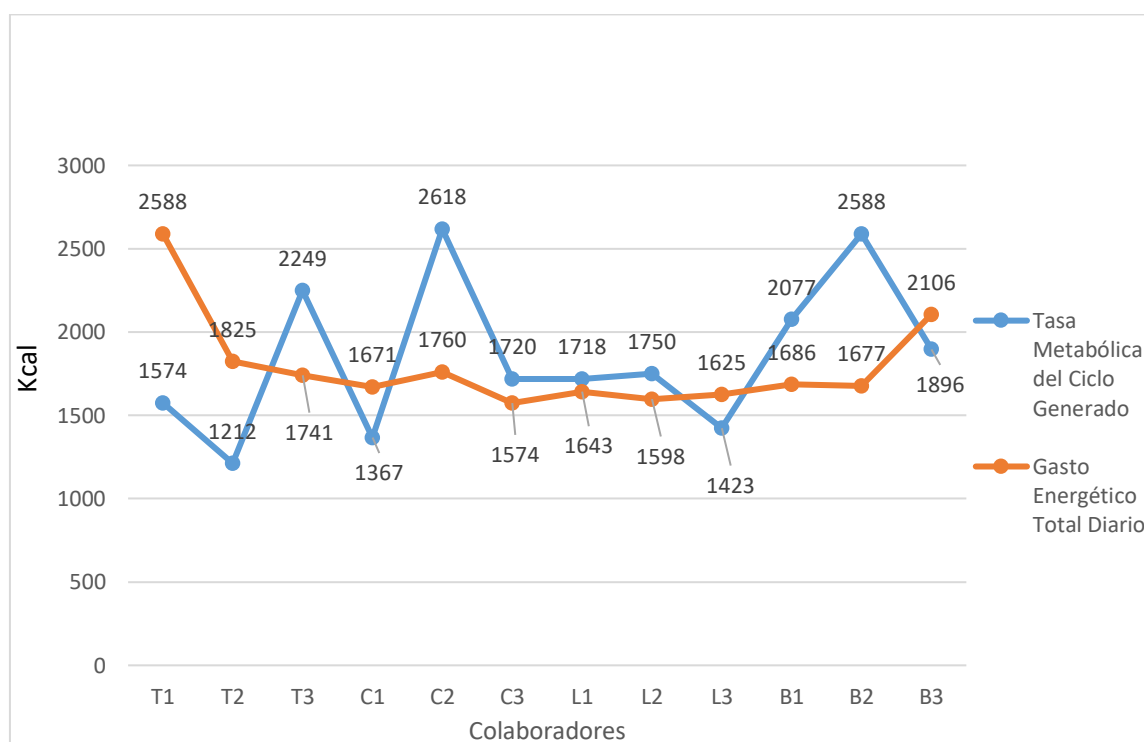


Gráfico 3. Gasto Metabólico Total Diario versus Tasa Metabólica del ciclo de trabajo.

Según los datos obtenidos en el gráfico 3, podemos identificar que el colaborador que requirió el mayor gasto energético diario total (2588 kcal/día) es el

participante con mayor peso del estudio, ahora bien, la tasa metabólica del ciclo de trabajo fue de 1574 kcal/h en un tiempo de 2 horas con 40 minutos.

Así mismo, el colaborador que presentó la mayor tasa metabólica del ciclo de trabajo (2618 Kcal/h), pertenece a la cuadrilla de Cañas; así mismo, la persona que requiere el menor gasto energético diario total pertenece a la cuadrilla de Cañas, con 1574 kcal/día para la ejecución de necesidades básicas, durante la realización de las actividades evaluadas comprendidas en 4 horas, registró una tasa metabólica del ciclo de trabajo 1720 kcal/h; es importante considerar que este trabajador presentó un IMC con un nivel de pre-obesidad.

Así mismo se puede destacar que en la cuadrilla de Barranca se identificaron dos colaboradores que superaron significativamente el gasto energético diario total.

De acuerdo Rosa (2007), refiere que la edad cronológica favorece el descenso en el ritmo metabólico. (p.1)

Para Thibodeau y Patton, (2007) y citado por Rosa (2007) refieren que la energía que se consigue a través de los diferentes procesos metabólicos está dedicada a mantener los procesos fisiológicos básicos del organismo y a responder a las actividades cotidianas del sujeto. Para lo que es el consumo metabólico. (p.1)

Según Scott, Tyton, Horswill (2016), el gasto energético diario total corresponde a tres componentes distintos que gastan calorías, el metabolismo basal, el efecto termogénico de los alimentos y la actividad física. La tasa metabólica basal o llamado también gasto metabólico requerido representa la proporción más grande del gasto energético total diario, entre el 60 y 75% y depende de la masa del mayor tejido con

mayor actividad metabólica, el tejido magro, es decir masa muscular (Hill, Melby, Johnson, & Peters, 1995). Por otro lado, el cálculo de la tasa metabólica basal se ve influenciada por la edad, estatura, la masa corporal y el sexo, pudiendo considerar estos factores para su cálculo. Ahora bien, según Scott, Tyton, Horswill (2016), el efecto termogénico de los alimentos representa apenas un 10% del gasto energético diario total.

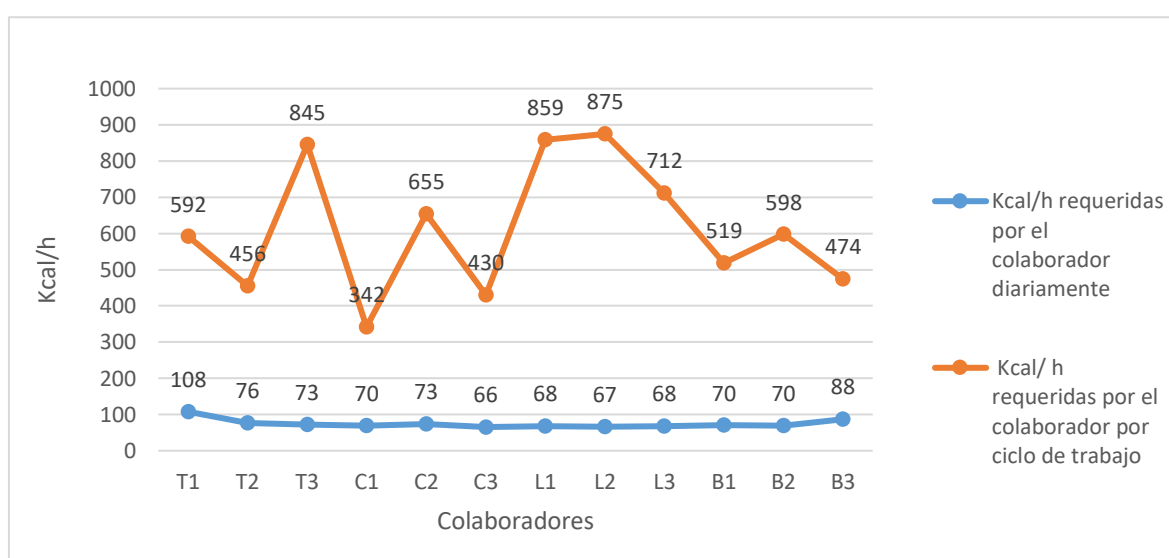


Gráfico 4. Consumo Energético por Ciclo de Trabajo en horas por cada colaborador del AAT, versus el consumo metabólico diario total por individuo.

En relación con el gasto energético diario total por hora para el desarrollo de las funciones básicas del ser humano, se puede identificar en el Gráfico 4, que el colaborador que requirió el mayor consumo de Kcal/h (108 Kcal/h) pertenece a la cuadrilla de Tilarán, seguido por un trabajador de Barranca con 88 Kcal/h.

Por otra parte, los dos colaboradores que generaron un mayor consumo de kilocalorías por hora durante el ciclo de trabajo laboran en la cuadrilla de Liberia, resultando con 875 y 859 Kcal/h, sobrepasando en un 1314% y 1256% de las Kcal/h requeridas para el desarrollo de sus funciones básicas (67 y 68 Kcal/h) en un lapso no superior a 120 minutos. Así mismo el trabajador que obtuvo un menor consumo de kilocalorías por hora del ciclo trabajo se destaca en la cuadrilla de Cañas, con 342 Kcal/h, excediendo en un 491% la cantidad de Kcal/h necesarias (70 Kcal/h) por el mismo para el desarrollo de sus funciones vitales.

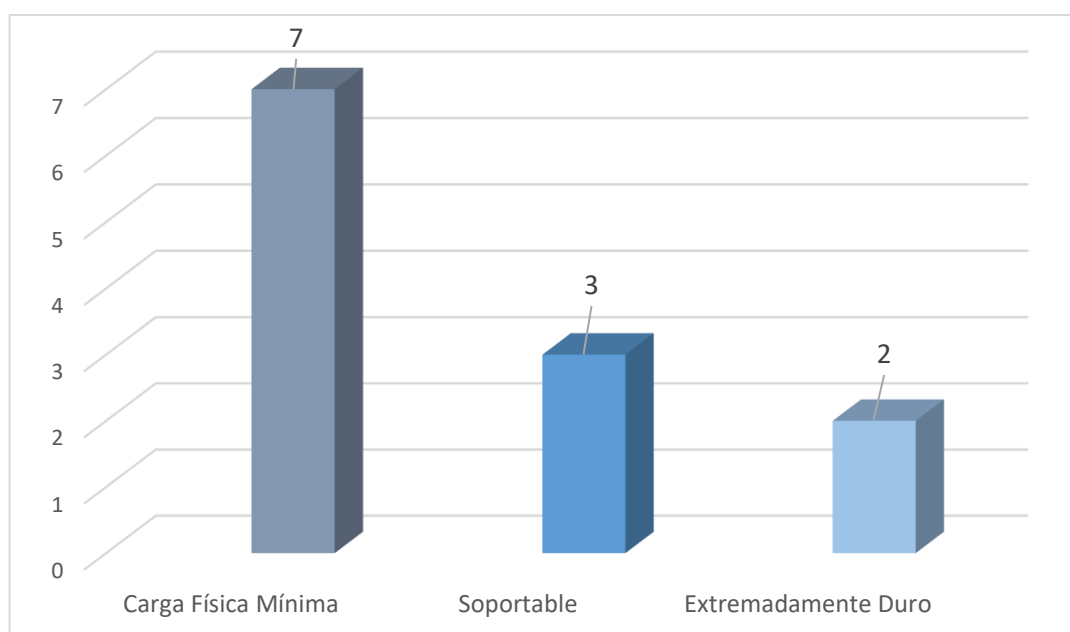


Gráfico 5. Carga Física de Trabajo presentada en actividades de mantenimiento e indisponibilidades programadas.

De acuerdo a las mediciones realizadas aplicando la NTP 295 para evaluar la carga física del trabajo a través de la frecuencia cardiaca, podemos determinar en el grafico 5 que 7 colaboradores según las tareas realizadas se ubican en la clasificación de carga física mínima representan el 58% de la población, el restante de la investigados se clasifican uno en carga física de trabajo soportable y los dos restantes en carga extremadamente dura, todos investigados en una jornada de trabajo no mayor a 360 minutos.

De acuerdo con Rivera (2017) la carga de trabajo incluye esfuerzo físico y mental a los que un sujeto se ve sometido en un determinado periodo de tiempo; está relacionada directamente con el rendimiento, se considera un factor de riesgo en el ámbito laboral...Es necesario recalcar que los factores ligados a la exigencia física pueden variar de un individuo a otra, teniendo en cuenta experiencia profesional, competencias o las mismas diferencias individuales de los seres humanos (p.7), considerando lo afirmado por Rivera (2017), y tomando en consideración la investigación observacional nuestra, podemos concluir que la carga física esta correlacionada con el rendimiento del individuo y la forma en que realiza su labor, si bien es cierto, en los mantenimientos rutinarios el personal posee tiempos para el mantenimiento en las subestaciones mucho más extendido, sin embargo, en las indisponibilidades mayores los trabajos deben ser ejecutados en un tiempo mucho menor, éste es el factor diferenciante en ambos ciclos de trabajo.

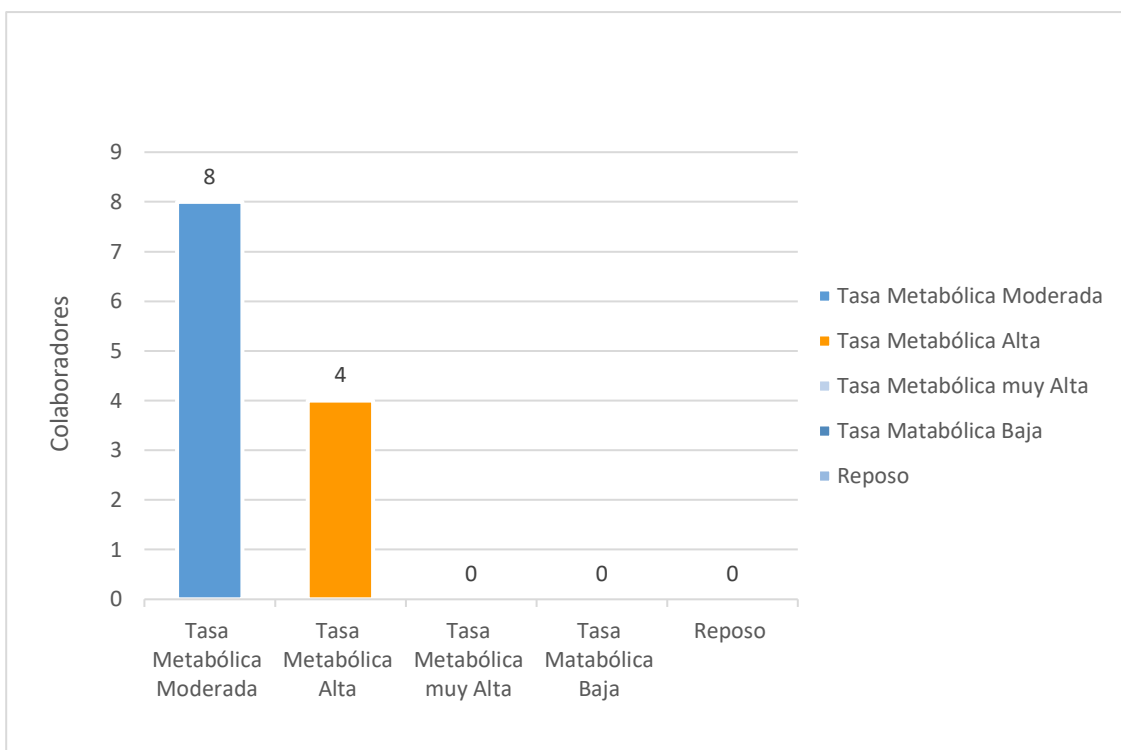


Gráfico 5. Tasa Metabólica W.m² generada durante actividades de mantenimiento e indisponibilidades.

El Gráfico 6 refiere el porcentaje de la tasa metabólica generada, por cada uno de los colaboradores partícipes del estudio en evaluación.

El 67% de la población operativa presentó una tasa metabólica moderada, mientras que el 33% de los colaboradores registró una tasa metabólica alta.

De los 12 colaboradores ninguno presentó una tasa metabólica muy alta, baja y en reposo.

Dentro de las preguntas formuladas en la encuesta aplicadas al personal del Negocio de Alta Tensión en referencia al desempeño físico requerido para la ejecución de los procesos en análisis se puede detallar:

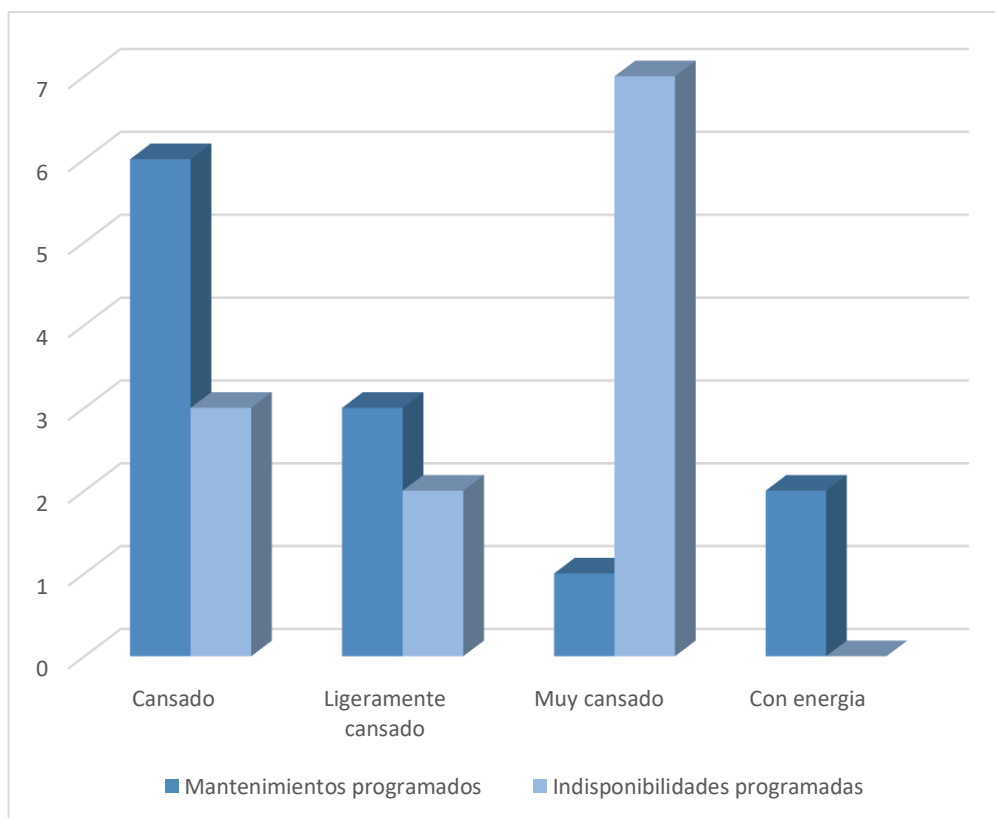


Gráfico 7. Percepción de agotamiento físico del personal en actividades de mantenimiento e indisponibilidades programadas.

De los 12 trabajadores, el 66% de estos perciben que al finalizar las actividades de indisponibilidad programadas; son “Muy Cansadas” debido a las labores que deben desarrollarse.

El 50% de los colaboradores refieren sentirse “Cansados” al finalizar las actividades de mantenimientos rutinarios.

El 17% de la población evaluada considera que al culminar los mantenimientos e indisponibilidades programadas suelen sentirse ligeramente cansados y con energía.

Esto es uno de los causantes del consumo de metabólico en las actividades asignadas.

Según Navarro (2016). Refiere que la fatiga laboral es una consecuencia de la actividad excesiva y del trabajo monótono, pudiendo ser aliviada con horarios razonables, periodos de descanso adecuados y tiempo suficiente para el sueño, el recreo y la alimentación. La fatiga, por tanto, se presenta como una aptitud decreciente para efectuar un trabajo.

La fatiga laboral se define como:

Una pérdida transitoria de la capacidad para ejecutar un trabajo, consecutiva a la realización prolongada del mismo". Al expresar que es una "pérdida transitoria" indica que la capacidad para trabajar puede recuperarse al cesar la actividad. Si no es así, es decir, si no se toma el debido descanso en forma oportuna en busca de la recuperación psicofisiológica, dejaría de ser una fatiga o cansancio normal y entraría en un estado patológico (Houssay y otros [s.f] citado por Useche [s.f]).

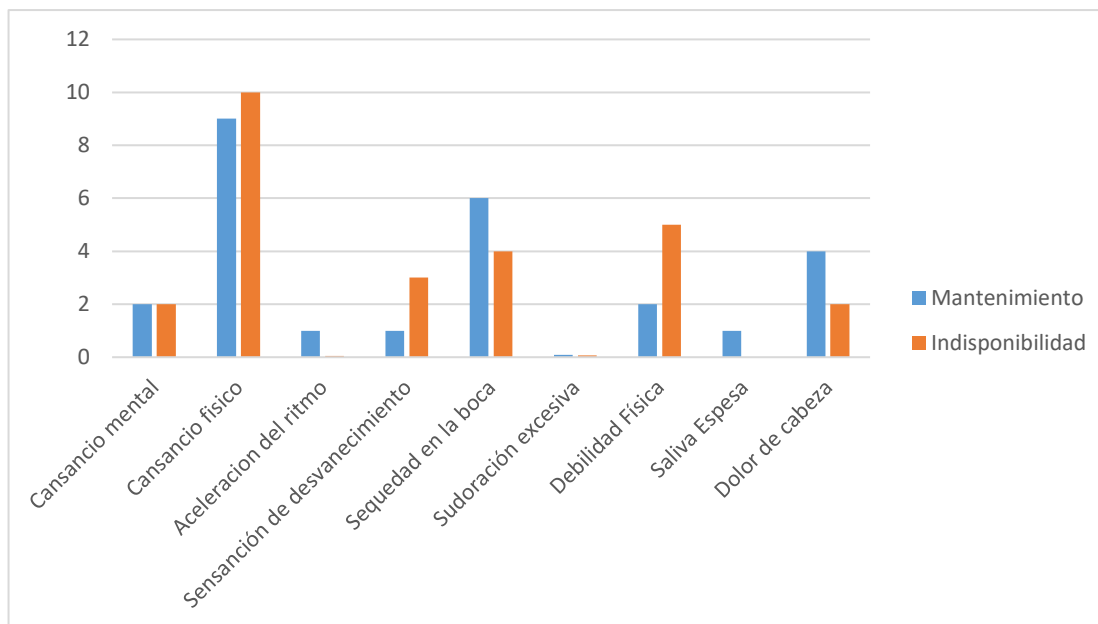


Gráfico 8. Percepción del estado físico, durante la ejecución de mantenimientos rutinarios e indisponibilidades mayores.

Al analizar el desarrollo de las actividades durante los mantenimientos rutinarios o indisponibilidades mayores; se obtiene que el 75% de la población presenta cansancio físico, el 50% argumenta sensación de sequedad en la boca, el 33% objeta presentar dolor de cabeza durante la ejecución del mantenimiento programado.

El 83% de los colaboradores que laboran en actividades de indisponibilidades programadas argumentaron presentar cansancio físico durante el proceso; así mismo el 42% manifestó debilidad física, mientras que el 33% refirió tener sequedad en la boca.

Solamente 1 de los 12 colaboradores partícipes del estudio respondió sentir una aceleración del ritmo cardiaco en los procesos de mantenimiento.

Ninguno de los trabajadores responde presentar sudoración excesiva mientras ejecutan labores de mantenimiento e indisponibilidades programadas en las áreas de interés.

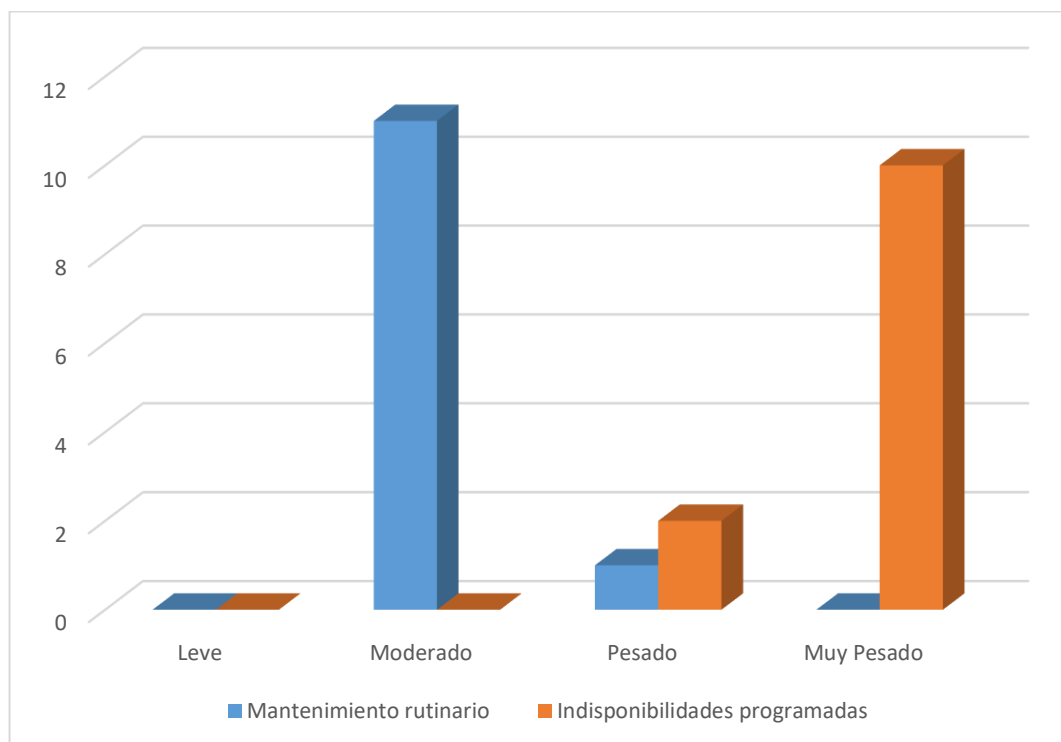


Gráfico 9. Percepción de las actividades físicas durante los mantenimientos menores e indisponibilidades programadas.

Se debe agregar que el 92% de los colaboradores que realizan funciones de mantenimiento rutinario consideran como moderada la ejecución de sus actividades físicas; sin embargo, no indican que sea muy pesado.

A diferencia del personal que realiza mantenimiento en subestaciones, el 83% indica que al ejecutar actividades de indisponibilidades mayores perciben la actividad como “muy pesada”, mientras que el 17% la describen como “pesada”.

Ninguno de los encuestados considera la ejecución de los procesos de mantenimiento e indisponibilidades programadas de forma leve.

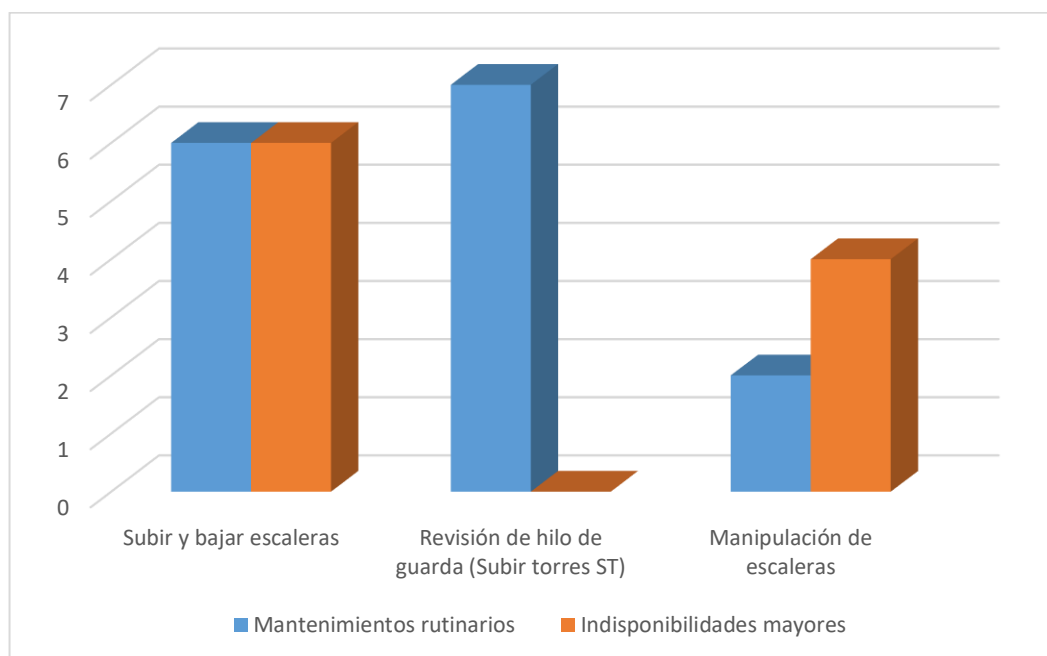


Gráfico 10. Apreciación sobre las actividades de mayor esfuerzo físico durante mantenimientos e indisponibilidades.

Por otro lado, se evaluó las actividades que el personal considera tienen un mayor esfuerzo físico durante la ejecución de mantenimientos o indisponibilidades mayores.

La actividad que mayor esfuerzo físico implica para el personal es revisión del hilo guarda (subir y bajar las torres de la subestación) con un 58% en mantenimientos rutinarias.

La manipulación de las escaleras en la subestación se representa con un 17% para mantenimientos rutinarios y 33% para indisponibilidades.

Un 50% de la población considera que la actividad de subir y bajar escaleras representa un desgaste físico por la repetitividad de la actividad.

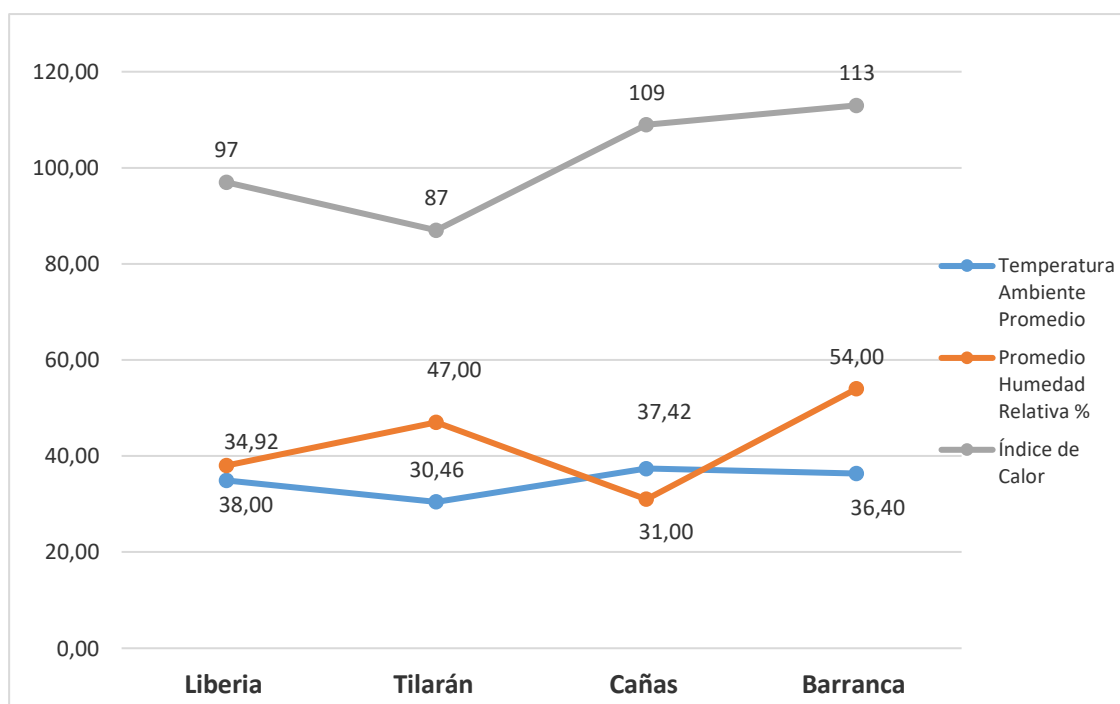


Gráfico 11. Mediciones TGBH obtenidas en las Subestaciones de Liberia, Tilarán, Cañas y Barranca

Fuente: Seguridad Industrial del Instituto Costarricense de Electricidad.

Según las mediciones realizadas por el personal de Seguridad Institucional del ICE, los resultados obtenidos del TGBH, demostraron que las cuatro subestaciones eléctricas en las que se desarrolló el estudio se encuentran en el Nivel de Riesgo I, II y III, ninguno de los sitios evaluados presentó Riesgo IV.

La indisponibilidad realizada en la subestación de Barranca presentó el índice de calor más alto de los cuatro sitios; cabe resaltar que el tiempo de ejecución de la

actividad se desarrolló en un periodo aproximado de cuatro horas con veinte minutos comprendidas de 8:46 hrs a 13:06 hrs, donde se obtuvo un nivel de riesgo grado III.

De igual forma la subestación de Cañas reflejó un nivel de riesgo clase III con un índice de calor de 109, lo que refiere la necesidad de establecer pautas preventivas en materia.

Las actividades de mantenimiento programado realizadas en la subestación de Tilarán, presentó el nivel de riesgo más bajo de los puntos evaluados, clasificado como grado de Riesgo I. Por su parte Liberia se caracterizó por disponer un Nivel de Riesgo clase II.

Los resultados obtenidos refieren la necesidad de establecer pautas preventivas ante el estrés térmico al que se puede estar expuesto el personal de Alta Tensión del Negocio de Transmisión de la Región Chorotega durante la ejecución de los procesos evaluados.

El Consejo de Salud Ocupacional [CSO] establece el protocolo de Hidratación, sombra, descanso y prevención en el lugar de trabajo, basado en una serie de pautas a seguir de acuerdo al grado de riesgo evaluado, estas medidas van promovidas en la disminución de tasas de incidencia de cáncer de piel, problemas renales crónicos de causa no tradicional, golpe de calor, entre otras (ver anexo 12). Así mismo establece:

Mientras más alto sea el índice de calor, más caliente se sentirá y el riesgo de que los trabajadores sufran manifestaciones clínicas relacionadas a la sobrecarga térmica, es mayor. (CSO, 2015).

La Caja Costarricense de Seguro Social de Costa Rica [CCSS] a través del estudio realizado sobre Factores Asociados a Enfermedad Renal Crónica (ERCnt), indica que dicha enfermedad afecta principalmente las zonas del pacífico norte y la zona de mayor afectación se localiza en la provincia de Guanacaste al norte del país, en zonas predominantemente agrícolas y con altitudes inferiores a los 500 metros sobre el nivel del mar (2014)

Así mismo la CCSS (2014) refiere:

Que la población más afectada es el género masculino comprendido entre las edades de 20-50 años de edad, siendo la provincia donde la enfermedad surge con más prematuridad en relación al resto del país, conllevando a una tasa de mortalidad prematura de las personas asociadas a la enfermedad (pag 7).

El mismo estudio de la CCSS-2014 menciona que:

Los resultados de la investigación demostraron que los factores asociados con la presencia de ERC fueron la condición ser peón agrícola, laborar en la franja horaria en actividades agrícolas y en los campos de cultivo entre las 10 am y las 2pm y consumo de analgésicos antiinflamatorios derivados de aspirina (pág. 8)

El Ministerio de Salud de Costa Rica en su portal web, comenta que:

De acuerdo con estudios hechos por organizaciones de protección de la salud las personas trabajadoras expuestas a altas temperaturas, combinado con el porcentaje de humedad del ambiente en los centros de trabajo, están en riesgo de sufrir efectos adversos a la salud relacionados con el estrés térmico por calor (2018).

Según del decreto N°39147-S-TSS del Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor, describe que toda empresa debe:

“Incorporar al Plan de Salud Ocupacional de las empresas con más de 50 personas trabajadoras y estar disponible para las autoridades competentes para la verificación de su cumplimiento, lo siguiente:

- 1) El protocolo “hidratación, sombra, descanso y protección” para las personas trabajadoras que realizan sus labores al aire libre y están expuestas a estrés térmico por calor; debiendo seguir las indicaciones del anexo 1 del presente reglamento.
- 2) Un programa de atención integral de la salud de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor, el cual debe estar a cargo de un médico especializado en medicina del trabajo...” (p. 12, 2015).

Así mismo, indica

“Las personas que trabajan en ambientes calurosos deben beber de 100 a 150 ml de agua o bebidas isotónicas cada 15- 20 minutos como mínimo. La empresa debe proveer estos líquidos que deben estar libremente disponibles en el sitio de trabajo y es mejor que estos líquidos estén a temperatura ambiente. Es conveniente tomar agua o zumos de frutas con un 50% de contenido en agua, que café o bebidas carbonatadas y siempre es preferible sobre-hidratarse (beber mucho) antes de comenzar a trabajar en un ambiente caluroso. Como norma, las personas deberían beberlo suficiente como para que la necesidad de orinar sea un poco más frecuente de lo habitual” (pag.24, 2015).

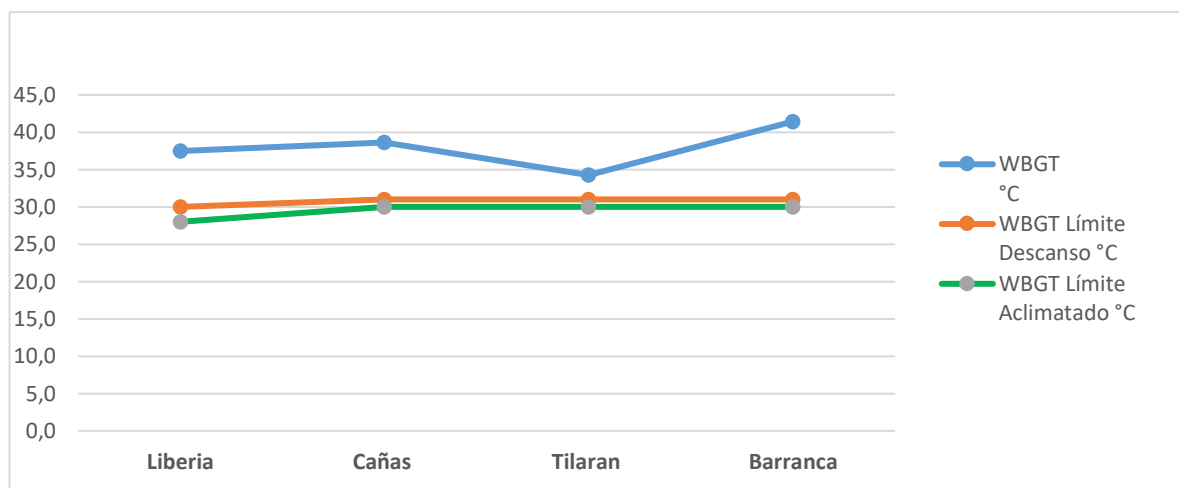


Gráfico 12. Mediciones obtenidas de TGBH, límites de descanso y aclimatación del personal en estudio.

Con respecto a las mediciones obtenidas del estrés térmico se puede interpretar que el 100% de la población en estudio se consideran personas aclimatadas.

Las cuatro subestaciones presentaron un índice de temperatura mayor al WBGT Límite establecido para personas aclimatadas, es decir, el personal se encuentra expuesto a mayores temperaturas a las que están acostumbrados, lo que puede repercutir en afectaciones físicas, agotamiento corporal, si no se toman medidas de contingencia; así mismo, sobrepasa el índice WBGT Límite de descanso requerido según metabolismo basal.

La subestación de Barranca es la que presentó el más alto índice WBGT, con un 41.4°C, seguido por la subestación de Cañas con un 38.6 °C, Liberia con 37.5°C y Tilarán indicó 34.3°C.

Tanto Liberia, Cañas y Barranca presentaron el mismo índice WBGT de Descanso, siendo este de 31°C, mientras que Tilarán refirió un valor de 30°C.

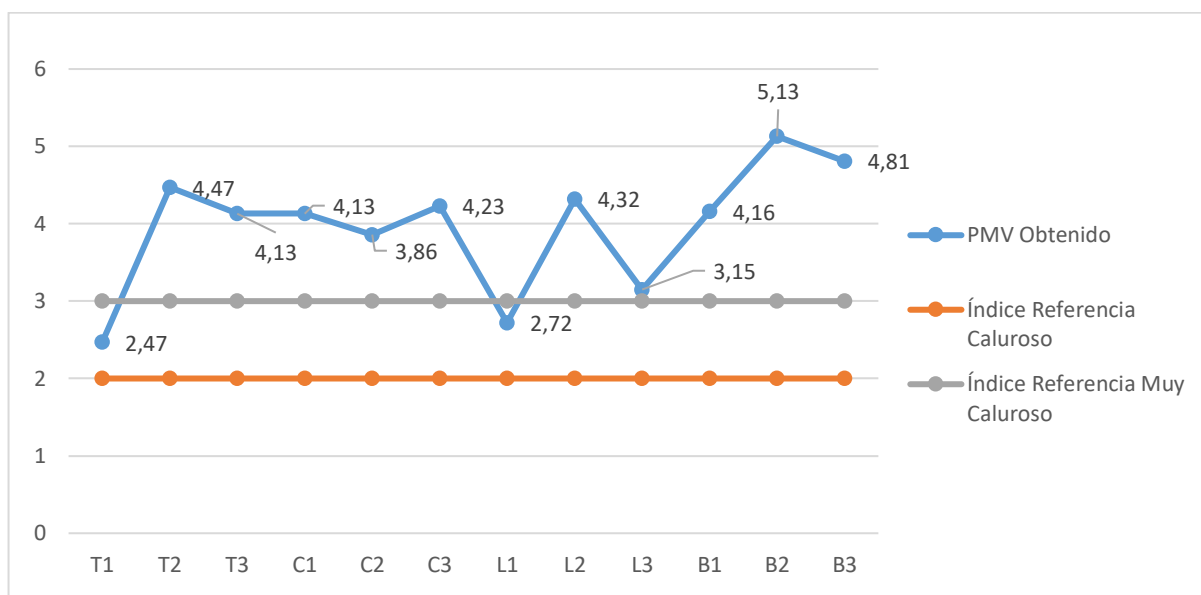


Gráfico 13. Voto Medio Estimado por colaborador, según la sensación térmica

Con respecto al Voto Medio Estimado para cada uno de los colaboradores, se obtuvo que 10 de los 12 individuos evaluados presentaron una sensación de confort térmico clasificada en el nivel de referencia muy caluroso, los niveles más altos se registraron en la cuadrilla de Barranca.

Los otros dos colaboradores, se ubicaron dentro del índice de referencia caluroso; la cuadrilla de Tilarán denotó el PMV más bajo de todos (2.47).

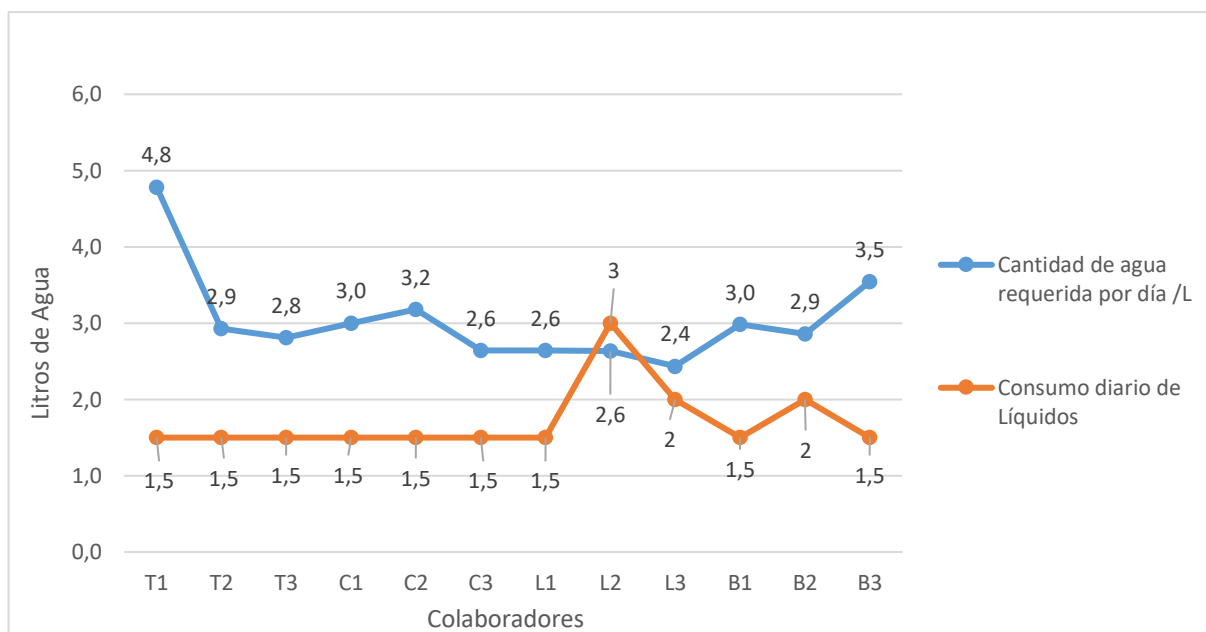


Gráfico 14. Consumo de agua diario requerido vs consumo de líquido ingerido diariamente.

Al realizar la consulta al personal en estudio sobre cuál es la cantidad de líquido que consume diariamente, se obtuvo que la mayoría de ellos representados por el 75% ingieren menos de dos litros. Tres de los 12 encuestados respondieron ingerir más de 2 litros de líquido diario. Ninguno de los evaluados en el estudio ingiere menos de 1 litro diario.

Según Urrialde (2012), menciona que la National Academy of Sciences de EE. UU. ha establecido una ingesta adecuada diaria de agua entre 3,7 y 2,7 L para hombres y mujeres respectivamente, mientras que la European Food Safety Authority (EFSA) la fija en 2,5 a 2 L. En ambos casos, las cantidades pueden variar por otros factores como la situación fisiológica, las condiciones ambientales y la práctica de una actividad física o deporte. Por ejemplo, un hombre sedentario necesita entre ~1,2

y ~2,5 L, cantidad que llega hasta los ~3,2 L si practica una actividad física moderada. Los hombres activos que viven en ambientes cálidos tienen necesidad de ingerir ~6 L y los que, en las mismas condiciones ambientales, son muy activos, deben aumentar esa cantidad. (p. 16,17).

7. Conclusiones:

1. La mayoría de los colaboradores estudiados presentan un índice de masa corporal clasificado como Pre-obesidad, y dos colaboradores con Obesidad (Clase I y III).
2. El 58% de los colaboradores evaluados presentaron tasas metabólicas del ciclo de trabajo mayores a que el gasto metabólico diario total. Los gastos metabólicos diarios totales de la población evaluada no superaron las 110 kcal/h; sin embargo, el consumo energético del ciclo de trabajo/hora por cada colaborador superó hasta en un 1000% las kilocalorías-hora necesarias para el desarrollo de las tareas. La tasa metabólica del ciclo de trabajo se mantuvo entre moderada y alta.
3. La carga física no demostró que existiese un peligro en las labores realizadas en los ciclos evaluados, la mayoría reflejó una carga física mínima y soportable, solamente dos colaboradores presentaron cargas físicas determinadas por el método como “extremadamente dura”, esta variable está asociada al dinamismo, forma y tiempo en que los trabajadores ejecutaron la labor.
4. Las subestaciones eléctricas de Tilarán, Cañas, Liberia y Barranca presentaron un nivel de riesgo a sobre carga térmica de I, III, II y III respectivamente, aun, cuando el personal se encuentra aclimatado; además, las cuatro subestaciones presentaron un índice de temperatura mayor al WBGT Límite establecido para persona aclimatada, es decir los trabajadores se encuentran expuestos a mayores temperaturas; la sensación de confort térmico de los trabajadores se considera no confortable e inadecuada, sumado a ello el personal no ingiere la cantidad de agua requerida por día.

5. Se elaboro una matriz en el programa Excel, para el cálculo de gasto metabólico y carga física de trabajo, donde se incluyen los datos del trabajador y la misma calcula las variables antes descritas.

8. Recomendaciones:

- Crear alianzas entre la coordinación del NT y el CENCE, para mediar las horas que se asignan a los mantenimientos e indisponibilidades programadas, tomando en consideración el factor humano; además, se debe aplicar controles administrativos y operativos en pro del bienestar físico de los colaboradores, llámese a estos: rotación de personal, descansos, áreas de sombra fuera de la ST, hidratación, entre otros.
- Realizar campañas para una adecuada hidratación del personal mediante la ingesta de agua, suministrar bebidas isotónicas bajas en sodio y azúcar, con alta reposición de electrolitos para el personal que ejecuta actividades operativas.
- Incluir al personal en un programa de exámenes médicos para la prevención de problemas renales crónicos no tradicionales; establecer en el personal afectado un perfil médico para su seguimiento, definir los controles administrativos y operacionales para mejorar la calidad de vida del trabajador.
- Realizar una evaluación del gasto metabólico del ciclo de trabajo durante la ejecución de trabajos en grúas móviles, para determinar el gasto metabólico generado y así recomendar su uso y disminuir la carga metabólica del ciclo de trabajo.
- Valorar las especificaciones técnicas de las pértigas y escaleras dieléctricas, para considerar el factor ergonómico,
- Suministrar al personal escudos de sol para protección de radiación solar.

- Replicar en NT los programas de pausas activas, pérdida de peso, estilos de vida saludables que se desarrollan en sede Central por parte de Medicina Laboral.

9. Bibliografía

Álvarez, Kuri (2018). Salud Pública y Medicina Preventiva, 5ª Edición.
 Recuperado del URL
<https://books.google.co.cr/books?id=yLJZDwAAQBAJ&pg=PT153&dq=pruebas+estadisticas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjp87Ozz6PhAhVB0KwKHczgCnUQ6AEIMjAC#v=onepage&q=pruebas%20estadisticas&f=false>

Astrand Per Olof. 1992, "Fisiología del Trabajo Físico". Editorial Panamericana. Tercera edición.

Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud, División de Nutrición, Actividad Física, y Obesidad. (2015, 05 15). Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades.
 Recuperado de:
https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/adult_bmi/metric_bmi_calculator/bmi_calculator.html

Dempsey 2006; Barondess J. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. Panel on Musculoskeletal Disorders and the Workplace Commission on Behavioral and Social Sciences and Education National Research Council and Institute of Medicine. Washinton DC: National Academy Press, 2001.

Diego-Mas, Jose Antonio (2015). Evaluación del confort térmico con el método de Fanger. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia [consulta

22-11-2019].

Recuperado

de:

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>

Ejecutivo, P. (16 de 09 de 1998). Sistema Costarricense de Información Jurídica. Recuperado de

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=28360&nValor3=30005&strTipM=FN)

[param1=NRM&nValor1=1&nValor2=28360&nValor3=30005&strTipM=FN](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=28360&nValor3=30005&strTipM=FN)

Estrada J., 2011, “Carga física y fatiga, Ergonomía”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Universidad de Antioquia.

Estrada Muñoz, Jairo. 2007, “Ergonomía: Introducción al Análisis de trabajo”, Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.

Fernández Muños, Juan Jose 2012, “Antecedentes del retiro laboral temprano. El proceso de salida organizacional en una muestra de prejubilados españoles”, Volumen 154 de Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad del Rey Juan Carlos, Librería Editorial Dykinson.

Grupo ICE. (sf). Historia del ICE. Quienes somos. Recuperado de: <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/acercadelgrupoice/quienes-somos/historia-del-ice>

Grupo ICE (2016). Grupo ICE contra la discriminación. Quienes somos. Recuperado de: <https://grupoicecr.com/grupo-ice-contra-la-discriminacion/>

Llaneza Álvarez F. Javier (2007). Ergonomía y Psicología aplicada. España. Editorial Lex Nova S.A.

Luna Mendaza P. (1991), NTP 322 Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de: https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_322.pdf/065f600d-b29e-45cd-9d4a-595ce78a0110?version=1.0

Nogareda Cuixart S. (2014), NTP 1011 Determinación del metabolismo energético mediante tablas. Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/327975/ntp-1011.pdf/88e68db1-426e-4d88-85ff-6ec77f1f9204?version=1.0>

Saravia, M. (2006). Ergonomía de Concepción, su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales. Bogota, D. C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana

Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6ª. Ed.). México D.F.: McGraw-Hill.

Solé Gómez M, (1991). NTP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardiaca, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_295.pdf/017dadae-4ce2-491d-97df-5852b365f39d?version=1.0

Observatorio de Bioética i Dret Barcelona. (18 de 04 de 1979). EL INFORME BELMONT. Recuperado de

<http://www.bioeticayderecho.ub.edu/archivos/norm/InformeBelmont.pdf>

Saravia, M. (2006). Ergonomía de Concepción, su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales. Bogota, D. C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana

Scott, Haley & Tyton, Tess & Horswill, Craig. (2016). CONDUCTA OCUPACIONAL SEDENTARIA Y SOLUCIONES PARA AUMENTAR LA TERMOGÉNESIS NO ASOCIADA AL EJERCICIO. Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud. 14. 22. 10.15517/pensarmov.v14i2.27496.

Texas Heart Institute. (n.d.). Texas Heart Institute. Recuperado de:

<https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/calculadora-del-indice-de-masa-corporal-imc/>

9. Apéndices

Apéndice 1. Consentimiento Informado para Participantes de Investigación.

Este documento refiere el consentimiento informado emitido por los participantes del proceso de investigación, el cual, pretende dar a conocer a los copartícipes la finalidad de este, mediante una detallada explicación del alcance, metodología a desarrollar y el rol a desempeñar.

La presente investigación es realizada por las Ing. Laura Prendas Rodríguez, Katleen Acevedo Bravo y Maricarmen Acevedo Bravo, estudiantes de la carrera de Licenciatura en Salud Ocupacional y Ambiente de la Universidad Técnica Nacional, Sede Guanacaste. La meta de este estudio es evaluar el riesgo por gasto metabólico en trabajadores del grupo de alta tensión del ICE. Su objetivo es evaluar el riesgo por gasto metabólico y la relación existente entre la capacidad física aeróbica y el gasto calórico de las labores en indisponibilidades programadas del Grupo de Alta Tensión en subestaciones eléctricas adscritas al Negocio de Transmisión en la región Chorotega del ICE.

Los resultados, tratados de forma colectiva, se usarán para conocer los riesgos en la empresa y luego implementar las medidas preventivas, donde se realicen los cambios en las condiciones de trabajo para reducirlos o minimizarlos.

Si usted accede a participar en este estudio, se le solicitará en un taller y completar una encuesta. Esto tomara aproximadamente 30 minutos de su tiempo.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta

investigación. Sus respuestas en la encuesta y la entrevista serán codificadas usando un número de identificación, por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. De igual manera, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna pregunta le parece incómoda, tiene el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Desde ya le agradecemos su participación.

El suscrito _____ portador de la cédula número

_____ acepto participar voluntariamente en esta investigación.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de la investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto me perjudique.

Nombre de participante

Firma del participante

Apéndice 2. Encuesta aplicada al personal de las cuadrillas de Mantenimiento e Indisponibilidades Programadas del Área de Alta Tensión del Negocio de Transmisión, Región Chorotega.

Evaluación Del Riesgo Por Gasto Metabólico En Trabajadores Del Grupo De Alta Tensión Del Instituto Costarricense De Electricidad De La Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica.

FICHA DE DATOS

Fecha _____ Empresa: Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E)

Denominación: _____ Puesto De Trabajo _____

Nombre _____ Fecha de Nacimiento _____

1. ¿Tiempo transcurrido desde la finalización del desayuno?
 No he desayunado hasta 30 minutos 2 h más de 4h
 menos de 30 min 1 h 3 h
2. ¿Qué alimentos componen su desayuno?
 pinto con huevo rebanadas de pan con huevo Frutas
 cereal con leche Galleta con Café o té
3. ¿Es fumador?
 Si No Ex-fumador
4. Si fuma o ha fumado:
 - 4.1 ¿Cuántos cigarrillos fumaba o fuma por día?
 1-3 cigarros 4-6 cigarros 8-12 cigarros más de 12 cigarros.
 - 4.2 ¿Si actualmente fuma, a qué hora ha fumado el último cigarrillo?
 6:00 am – 10:00 am 10:00 am – 2:00 pm 2:00 pm- 6:00 pm
 6:00 pm -10:00 pm 10:00 pm – 2:00 am 2:00 am - 6:00 am
 - 4.3 ¿Si no fuma actualmente, hace cuánto tiempo (meses) que dejó de fumar?
 menos de 6 meses más de 6 meses pero menos de 1 año
 Más de 1 año y menos de 2 años. Más de 2 años.

5. ¿Toma bebidas alcohólicas?

() Si () No

TIPO	Núm. Día	Núm. Semana
Cerveza	() 1 () 2 () 3 () +4	() 1-3 () 3-6 () 6-10 () +10
Vino	() 1 () 2 () 3 () +4	() 1-3 () 3-6 () 6-10 () +10
Otros	() 1 () 2 () 3 () +4	() 1-3 () 3-6 () 6-10 () +10

Si otros especificar _____

Hora de la última ingesta alcohólica _____

6. Medicación

6.1 ¿Toma actualmente algún tipo de medicamento?

() Si () No

6.2 ¿Para qué enfermedad consume medicamentos?

() Diabetes () Asma () Deshidratación () Obesidad

() Hipertensión arterial () Depresión () Migraña ()

Otra: _____

6.3 ¿Qué tipo de medicamento consume?

7. PREPARACIÓN FÍSICA

7.1 ¿Práctica algún deporte o actividad física?

Si No

En caso afirmativo indique:

7.2 ¿Qué tipo de deporte practica?

Fútbol Natación Caminata Baloncesto

Voleibol Ciclismo Buceo Béisbol

Otro: _____

7.3 ¿Cuántas veces a la semana practica un deporte programado?

1 vez a la semana tres veces a la semana 5 días a la semana

cada 2 días 4 días a la semana Otro: _____

7.4 ¿Hace cuánto que lleva practicando deporte?

1 semana 15 días 1 mes 2 meses más de tres meses

7.5 ¿Cuántas horas duerme normalmente?

-5 h 5 h 6 h 7 h 8 h +8 h

7.6 ¿Normalmente a qué horas se acuesta?

7- 8 pm. 8-9 pm 9-10 pm 10-11 pm 11-12 pm

7.7 ¿Generalmente a qué horas se levanta?

3-4 am 4-5 am 5-6 am +6 am.

7.8 ¿Suele dormir después de comer, cuánto tiempo?

15 min 20 min 30 min 45 min 1 h +1h

7.9 ¿Cuántas horas al día ve televisión?

1-2 h 2-3 h 3-4 h 4-5 h 5-6 h +6 h

7.10 ¿Qué medio emplea para trasladarse a su sitio de trabajo?

Carro Bicicleta Motocicleta Caminando Corriendo Bus

7.11 ¿Cuántas horas diarias trabaja usted?

() 5-6 h () 6-8 h () 8-10 h () 10-12 h

7.12 ¿Realiza usted algún trabajo externo al ICE, posterior a su jornada laboral?

() Si () No

7.12.1 ¿Qué tipo de actividad realiza?

7.12.2 ¿Cuántas horas dedica a esa labor?

7.13 ¿Cuántas horas durante el día pasa sentado?

() -2 horas () 2-3 h () 3-6 h () 6-8 h () +8 h

8. EXPLORACIÓN FÍSICA

PESO

ESTATURA

9. Encuesta Laboral

Mantenimiento preventivo

9.1 ¿Al finalizar las actividades de mantenimiento programadas, usted se siente?:

() Cansado () Ligeramente Cansado () Muy cansado () Con energía

9.2 ¿Durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento programados usted ha llegado a sentir:

() Cansancio Mental () Sensación de desvanecimiento () Debilidad física.

() Cansancio Físico () Sequedad en la boca. () Saliva espesa.

() Aceleración del ritmo () Sudoración excesiva () Dolor de cabeza

9.3 ¿Cómo considera usted la ejecución de sus actividades físicas, durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento programado?

() Leve () Moderada () Pesada. () Muy pesada.

9.4 ¿Considera que las condiciones ambientales presentes en la jornada de trabajo influyen físicamente en el desarrollo de las actividades asignadas durante la ejecución de mantenimientos programados?

() Si () No

9.5 ¿Generalmente las condiciones ambientales presentes cuándo se realizan trabajos de mantenimiento programado son?:

() Calurosas () Muy Calurosas () Extremadamente Calurosas () Frías

9.6 ¿Al realizar trabajos de mantenimiento e indisponibilidad programados se realizan pautas activas (ejercicios de estiramiento o calentamiento) de trabajo?

() Si () No

9.7 ¿Qué tipo(s) de actividad(es) durante la ejecución de mantenimiento, considera usted que implica un mayor esfuerzo físico?

1 _____

¿Por _____ qué?

2 _____
- ¿Por _____ qué?

9.8 Al realizar mantenimientos preventivos, ¿cuál o cuáles actividades generan en un usted mayor cansancio?

- 1. _____
- 2. _____

¿Por qué
1?: _____

¿Por qué
2?: _____

Indisponibilidades Programadas

9.9 ¿Al finalizar las actividades de indisponibilidades programadas, usted se siente?:

() Cansado () Ligeramente Cansado () Muy cansado () Con energía

9.10 ¿Durante el desarrollo de las actividades de indisponibilidad programadas usted ha llegado a sentir:

() Cansancio Mental () Sensación de desvanecimiento () Debilidad física.
() Cansancio Físico () Sequedad en la boca. () Saliva espesa.
() Aceleración del ritmo () Sudoración excesiva () Dolor de cabeza

9.11 ¿Considera que las condiciones ambientales presentes en la jornada de trabajo influyen físicamente en el desarrollo de las actividades asignadas durante la ejecución de indisponibilidades programadas?

() Si () No

9.12 ¿Generalmente al realizar las indisponibilidades, las condiciones ambientales se caracterizan por ser?:

() Calurosas () Muy Calurosas () Extremadamente Calurosas () Frías

9.13 Durante la ejecución de indisponibilidades programadas, ¿cuál o cuáles actividades considera usted que implica un mayor esfuerzo físico?

1. _____

¿Por qué? _____

2. _____

¿Por qué? _____

9.14 ¿Cuál o cuáles actividades representa para usted un mayor cansancio al realizar indisponibilidades programadas?

1. _____

2. _____

¿Por qué?

1: _____

2: _____

9.15 ¿Considera usted necesario realizar pautas de trabajo cuándo realiza trabajos de paros programados?

Sí No

9.16 ¿Cree conveniente efectuar pautas de trabajo cuando realiza indisponibilidades programadas?

Sí No

9.17 ¿Usted considera necesario realizar rotación de personal al realizar indisponibilidades programadas?

Sí No

Generales

9.18 ¿Durante el desarrollo de mantenimientos e indisponibilidades programadas, consume usted algún tipo de bebida?

Sí No

9.19 ¿Qué tipo de bebida consume durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento e indisponibilidades programadas?

Agua Bebidas Isotónicas [hidratante] Café Bebidas Carbonatadas

9.20 ¿Aproximadamente cuánta cantidad de líquido consume al día?

Menos de 1L Entre 1 a 2 L Entre 2 a 3 L Más de 3 L.

9.21 ¿Las bebidas que consume durante la jornada de trabajo se encuentran?

Temperatura Normal Frías Caliente.

9.22 ¿Considera necesario el suministro de bebidas isotónicas (hidratante) durante el desarrollo de la actividad laboral?

Sí No

9.23 ¿Previo a la jornada de trabajo usted realiza algún tipo de ejercicio de estiramiento o calentamiento?

() Si () No

10. Anexos

Anexo 1. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad

(valores medios)

Clases	Consumo metabólico (W/m ²)	Ejemplos
Reposo	65	Descanso
Metabolismo ligero	100	Escribir, coser, dibujar, pasear, inspeccionar materiales, ...
Metabolismo moderado	165	Seleccionar frutas, martillar, empujar carretillas con pesos ligeros, ...
Metabolismo elevado	230	Serrar, segar a mano, escavar con pala, empujar carretillas cargadas con objetos muy pesados,...
Metabolismo muy elevado	290	Subir escaleras, correr, cortar leña con hacha,...

Fuente: Nogareda y Luna (2014)

Anexo 2. Clasificación del metabolismo por ocupación.

Profesión	Consumo metabólico (W/m²)
Albañil	110 a 160
Carpintero	110 a 175
Pintor	100 a 130
Panadero	110 a 140
Picador de carbón	140 a 240
Soldador	75 a 125
Delineante	70 a 95
Jardinero	115 a 190
Conductor de coche	70 a 90
Conductor de tractores	85 a 110
Secretaria	70 a 85

Fuente: Nogareda y Luna (2014)

Anexo 3. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad (valores medios).

Actividad	Consumo metabólico (W/m²)
<i>Construcción:</i>	
Mezclar cemento	155
Verter hormigón para hacer cimientos	275
Compactar hormigón por vibración	220
Formar el molde	180
Cargar una carretilla con piedras y mortero	275
<i>Trabajo doméstico:</i>	
Limpiar la casa	150
Cocinar	105
Fregar platos.	145
Lavar a mano y planchar	170
Bañarse, lavarse y vestirse	100
<i>Agricultura:</i>	
Cavar con una pala.	380
Arar con un tractor.	170
Sembrar con las manos.	280
Sembrar con tractor.	95
<i>Industria del hierro y del acero:</i>	
Moldear piezas de tamaño medio.	285
Golpear con martillo neumático.	175
Moldear pequeñas piezas.	140

Fuente: Nogareda y Luna (2014)

Anexo 4. Consumo metabólico según la postura (valores medios que excluyen el metabolismo basal).

Postura del cuerpo	Consumo metabólico (W/m ²)
Sentado	10
De rodillas	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

Fuente: Fuente: Nogareda y Luna (2014)

Anexo 5. Consumo metabólico de diferentes tipos de trabajos (valores medios que excluyen el metabolismo basal).

Tipo de trabajo	Consumo metabólico (W/m ²)
<i>Trabajo con las manos:</i>	
Ligero.	15
Medio.	30
Pesado.	40
<i>Trabajo con un brazo:</i>	
Ligero.	35
Medio.	55
Pesado.	75
<i>Trabajo con dos brazos:</i>	
Ligero.	65
Medio.	85
Pesado.	105
<i>Trabajo con el tronco:</i>	
Ligero.	125
Medio.	190
Pesado.	280
Muy pesado.	390

Fuente: Nogareda y Luna (2014)

Anexo 6. Consumo metabólico relacionado con la velocidad de trabajo (valores medios que excluyen el metabolismo basal)

Tipo de trabajo	Consumo metabólico relacionado con la velocidad de trabajo (W/m ²) / (m/s)
<i>Velocidad de trabajo relacionada con la distancia:</i> Andar de 2 km/h a 5 km/h.	110
<i>Andar cuesta arriba de 2 km/h a 5 km/h.</i> Inclinación 5° Inclinación 10°	210 360
<i>Andar cuesta abajo a 5 km/h.</i> Declinación 5° Declinación 10°	60 50
<i>Andar con un peso en la espalda a 4 km/h</i> Peso de 10 kg Peso de 30 kg Peso de 50 kg	125 185 285
<i>Velocidad de trabajo relacionada con la altura:</i> Subir Bajar	1.725 480
<i>Subir escalera incluida:</i> Sin peso. Peso de 10 kg. Peso de 50 kg.	1.660 1.870 3.320
<i>Subir escalera vertical:</i> Sin peso Peso de 10 kg Peso de 50 kg	2.030 2.335 4.750

Fuente: Nogareda y Luna (2014)

Anexo 7. Calificación de los criterios de Chamoux

A partir del Costo Cardíaco Absoluto (CCA) del puesto de trabajo	A partir del Costo Cardíaco Relativo (CCR) del puesto de trabajo
0-9 muy ligero	0-9 muy ligero
10-19 ligero	10-19 ligero
20-29 muy moderado	20-29 moderado
30-39 moderado	30-39 pesado
40-49 algo pesado	40-49 muy pesado
50-59 pesado	50 y más extremadamente pesado
60 y más intenso	

Fuente: Solé (1991)

Anexo 8: Coeficiente de penosidad de Frimat modificado.

	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	>110
Δ FC	20-24	25-29	30-34	35-39	>40
FCM_{máx. t.}	110-119	120-129	130-139	140-149	>150
CCA*	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a +
CCA	10 al 14%	15 a 19	20 al 24%	25 al 29%	30 o + o +
CCR	10% al 14%	15% al 19%	20% al 24%	25% al 29%	30% o +

Fuente: Solé (1991)

*El costo cardíaco absoluto es equivalente a la frecuencia cardíaca media del trabajo menos la frecuencia de reposo (CCA: FMM – FCR)

Anexo 9. Valoración de las puntuaciones del coeficiente de Frimat

Puntuación	Categorización
25 Puntos	Extremadamente Duro
24 Puntos	Muy Duro
22 Puntos	Duro
20 Puntos	Penoso
18 Puntos	Soportable
14 Puntos	Ligero
12 Puntos	Muy Ligero
<=10 Puntos	Carga Física Mínima

Fuente: Solé (1991)

Anexo 10. Criterio de Frimat Simplificado

Demanda cardíaca	FCM	ΔFC
Importante	>110	> 30
Soportable	100 a 110	20 a 30
Aceptable	< 100	< 20

Fuente: Solé (1991)

Anexo 11. Clasificación de la Obesidad según IMC (kg/m²)

Clasificación	Parámetro
Bajo peso	<18.5
Normopeso	18.5 – 24.9
Sobrepeso	25 – 29.9
Obesidad grado I	30 – 34.9
Obesidad grado II	35 – 39.9
Obesidad grado III	≥40

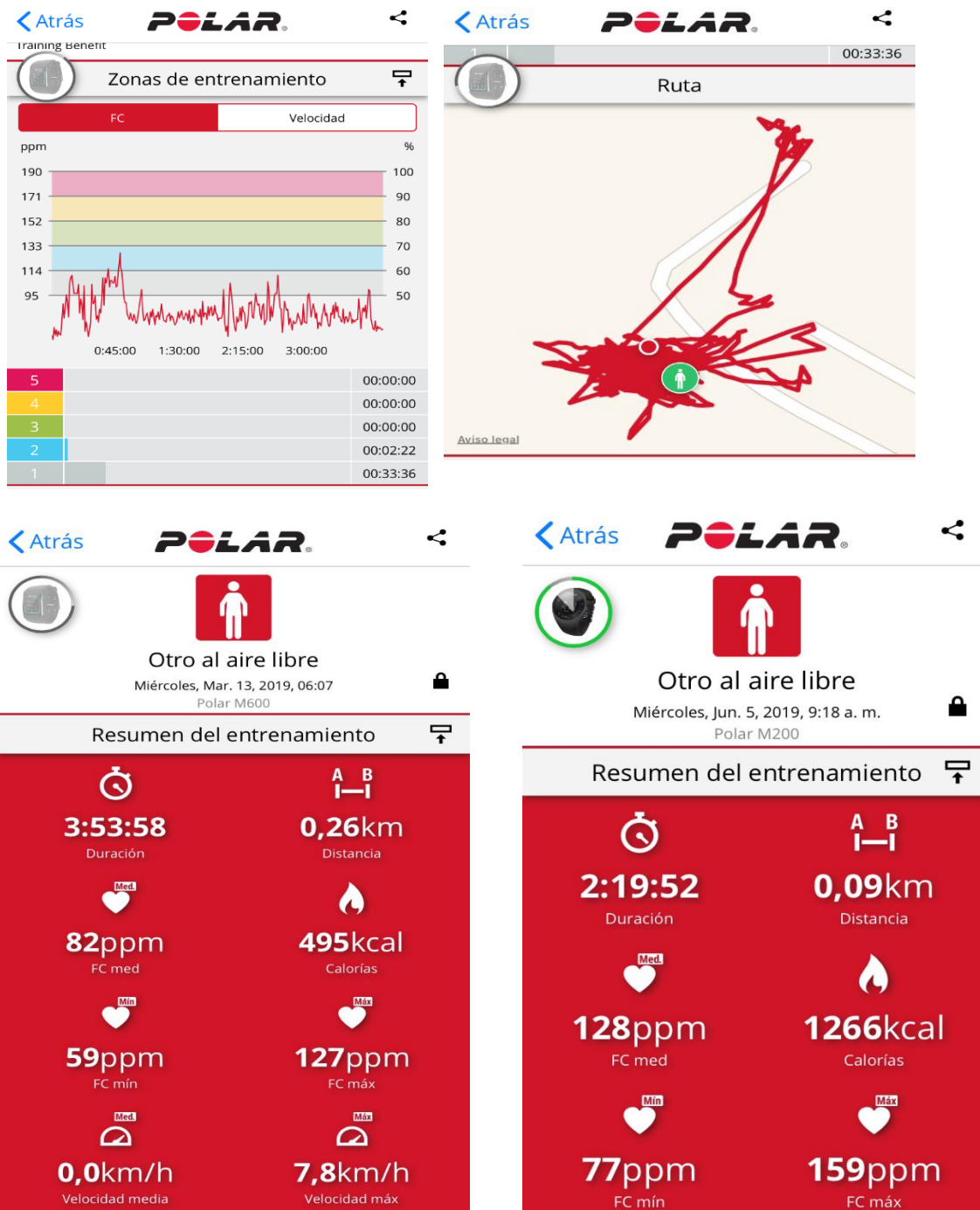
Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2000.

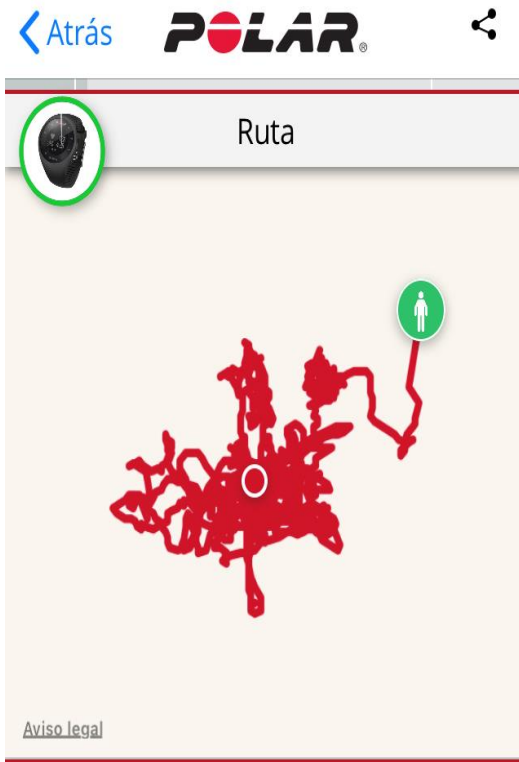
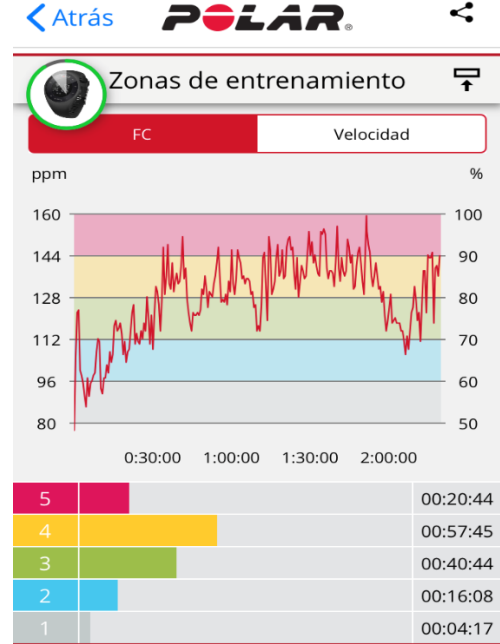
Anexo 12. Medidas de prevención y Protección según Nivel de Riesgo.

Medidas de prevención y Protección	Nivel de Riesgo			
	I	II	III	IV
1) Asegurar la disponibilidad de agua potables fresca durante toda la jornada de trabajo	√	√	√	√
2) Suministrar bebidas hidratantes bajo recomendación normativa del Ministerio de Salud, según intensidad, duración y frecuencia de la exposición y otras condiciones como movimientos repetitivos, condiciones de trabajo y esfuerzos musculares pesados.				√
3) Proporcionar áreas de sombra temporal o permanentes, cuando se trabaje en campos abiertos o áreas que no tengan fácil acceso a la sombra según corresponda.	√	√	√	√
4) Proporcionar sombrero de ala ancha o gorra con cobertor en el cuello y mangas a trabajadores expuestos directamente al sol. Usar protector solar cuando sea posible.	√	√	√	√
5) Capacitar a los trabajadores (en el apartado 6 de la presente guía se enumeran los temas en los que se pueden capacitar a las personas trabajadoras).	√	√	√	√
6) Cuando los trabajadores requieren el uso de prendas pesadas (CLO+1, +2), o capas, kimonos, uniformes no transpirables o impermeables (que no permita el intercambio calórico), se deben tomar las medidas del nivel III.	√	√		
7) Las personas que sean nuevas o retornen al trabajo y realicen trabajo pesado deben aclimatarse.	√	√	√	√
8) Designar a una persona que esté capacitada sobre las manifestaciones clínicas relacionadas con la sobrecarga térmica y que sea capaz de informar a este respecto a la persona con la autoridad requerida y con la persona encargada de salud ocupacional para modificar las actividades laborales y el horario de trabajo/ descanso como se requiera.	√	√	√	√
9) Establecer y asegurar que se cumplan los horarios de trabajo / descanso.			√	√
10) Informar a los trabajadores sobre el horario trabajo /descanso.			√	√
11) Tome las medidas descritas para el nivel IV, si el índice de calor se acerba a los 114 y si el trabajo se está realizando directamente bajo el sol.			√	

Fuente: Decreto N° 39147 S-TSS, Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor 2015.

Anexo 13. Fotografías mediciones realizadas en las subestaciones



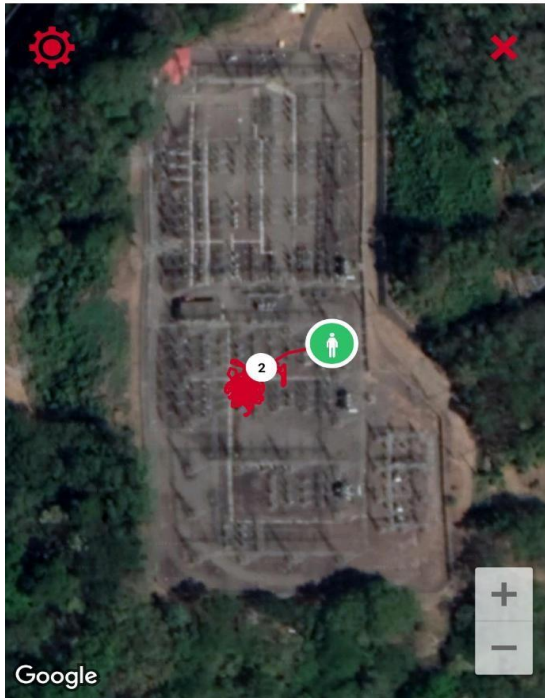


0.00km
Distancia

00:00:00
Hora

--km/h
Velocidad

--ppm
FC



POLAR



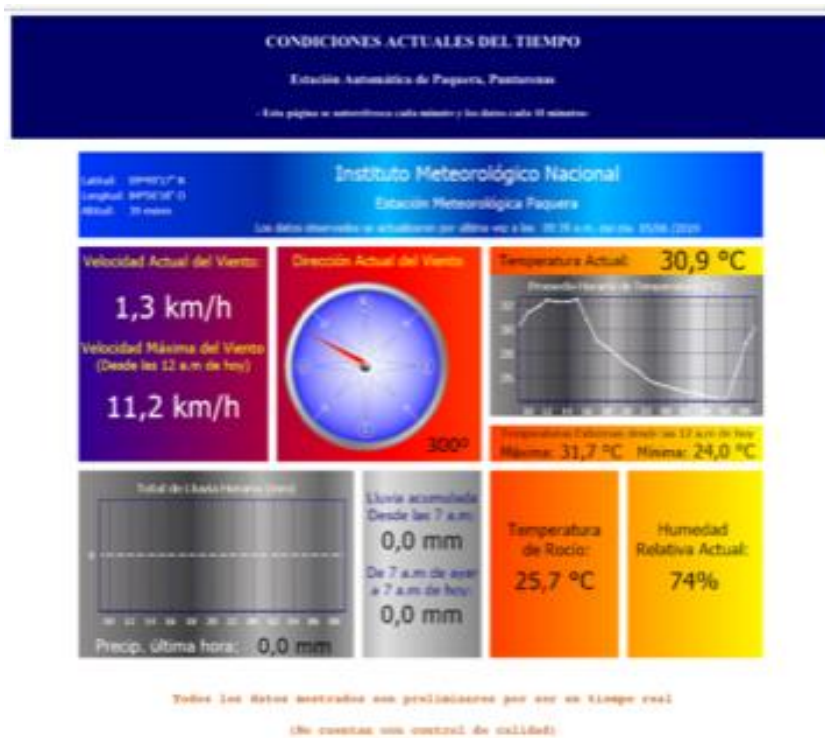
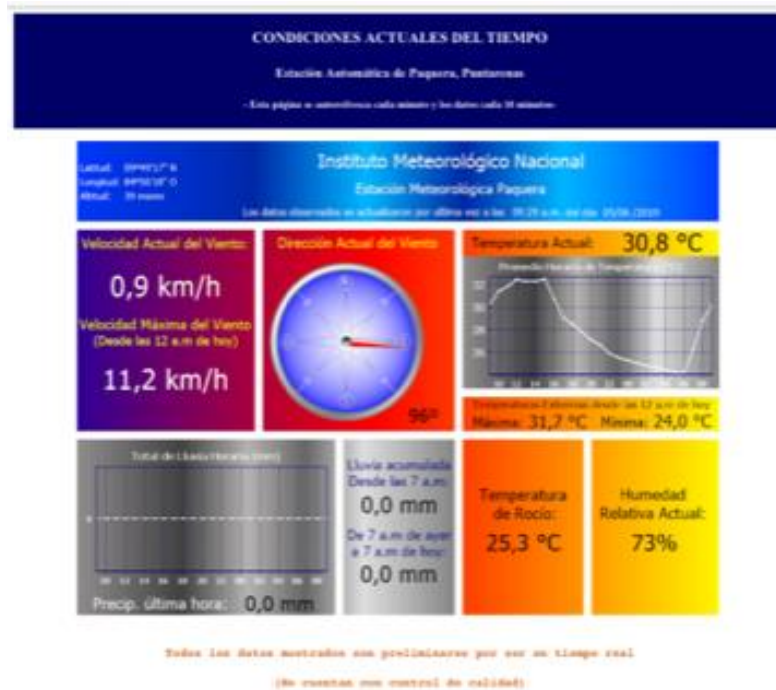
Zonas de entrenamiento



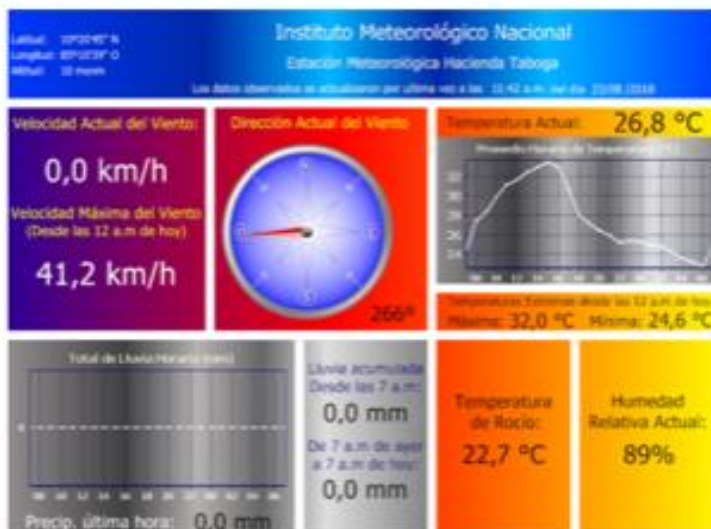
Ruta



Anexo 14. Fotografías pantallazos estaciones meteorológicas automáticas del IMN.

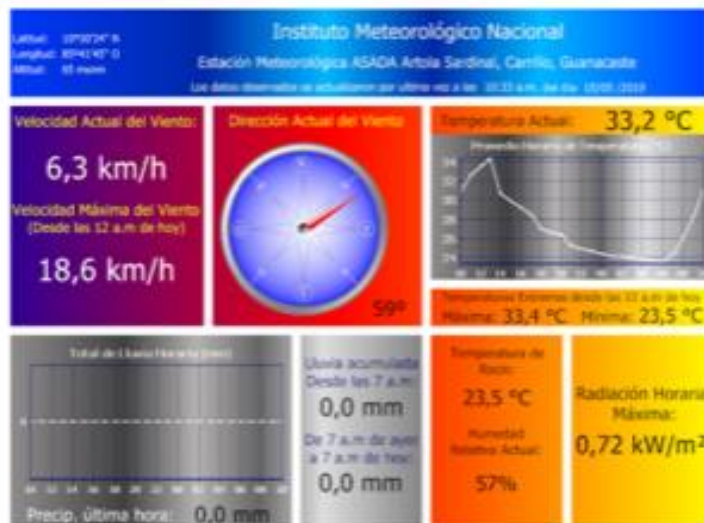


CONDICIONES ACTUALES DEL TIEMPO
 Estación Automática de Hacienda Taboga, Culebras, Guanacaste
 - Esta página se actualiza cada minuto y los datos cada 10 minutos.



Todos los datos mostrados son preliminares por ser en tiempo real
 (Se cuentan con control de calidad)

CONDICIONES ACTUALES DEL TIEMPO
 Estación Automática de Sardiná de Carrillo en Guanacaste
 - Esta página se actualiza cada minuto y los datos cada 10 minutos.



Todos los datos mostrados son preliminares por ser en tiempo real
 (Se cuentan con control de calidad)

Anexo 15. Fotografías tomadas al personal durante la labor.





CARTA DEL FILÓLOGO.**UNIVERSIDA TÉCNICA NACIONAL.**

San José, 03 de diciembre del 2019.

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación.

SD.

Estimados señores:

Leí y corregí el Trabajo Final de Graduación, denominado: "Evaluación del riesgo por gasto metabólico en trabajadores del Grupo de Alta Tensión del Instituto Costarricense de Electricidad de la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica", elaborado por los estudiantes, Maricarmen Acevedo Bravo, cédula de identidad 503950894, Laura Prendas Rodríguez, número de cédula 113640406, Katleen Acevedo Bravo, número de cédula 503410320 ; para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente.

Corregí el trabajo en aspectos, tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación; por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad. **Suscribe de ustedes cordialmente,**

**MSc. Luis Roberto Cerdas Jiménez.****Cédula 603020073.****Código 24611.**