

## Bosquejo de una estación de trabajo de la empresa especialistas en travertino S.A DE C.V. (Enero de 2022)

Martínez Ramírez Neo Billi, Cortes Velasco Eduardo Gabriel, Valencia Osorio Elizabeth, Ing. Aranda  
 Martínez Juan Carlos, Ing. Angelica Pacheco Marín.

Resumen - En el presente proyecto, está basado sobre la construcción de la maqueta de la estación de trabajo del área de pulido de mármol de la empresa “Especialistas en Travertino S.A. de C.V.”, ya que es el lugar donde hacen más actividades, y se puede llevar a cabo los estudios ergonómicos satisfactoriamente. Para ello a continuación se mostrará los datos generales de la empresa, así como su ubicación, de igual manera, se verá los estudios ergonómicos realizados en la estación de pulido de mármol los cuales son el ruido, temperatura, humedad, luz y posturas con base al método Owas, cada uno es mostrado con tablas de datos y gráficas en donde se interpreta para dar a lugar las propuestas y/o soluciones.

Palabras claves. Posturas, ergonómico, método.

### I. INTRODUCCIÓN

En este documento está basado como ingenieros industriales, ya que se ha centrado en el deseo de lograr una mejora, alcanzar y elevar las tareas que se

desarrollan. Se ha centrado la atención en la mejora de métodos de trabajo. Las cuales tienen un impacto recto en los trabajadores pudiendo traer consecuencias a su desempeño laboral además de gastos innecesarios por la falta de organización que abundan en el lugar.

Estos aspectos son de suma importancia, porque contribuyen a elevar la productividad del trabajo este aporte es algo difícil de medir. Para ello se formuló la pregunta “¿Qué factores ergonómicos afectan al trabajador en la estación de trabajo del pulido de mármol?”, la cual se resolvió por medio de esta investigación mixta juntando elementos cuantitativos y cualitativos.

#### A. *Objetivo General*

Póngase en Diseñar y construir una maqueta que garantiza las condiciones óptimas ergonómicas en la estación de trabajo, con el objetivo de llevar a cabo una evaluación de riesgos laborales a la fábrica, mediante estudios ergonómicos de iluminación, ruido, temperatura-humedad, minimizando y eliminando cualquier riesgo que pueda ocasionar un accidente laboral.

#### B. *Objetivos Específicos*

- Diseñar y construir una maqueta ergonómica de la estación de trabajo (pulido de mármol).
- Fundamentación de acuerdo con la norma aplicable (NOM).
- Disminuir los riesgos y accidentes en la fábrica Especialistas en Travertino S.A. de C.V.
- Realizar las mediciones con el kit ergonómico del ITSTR.

---

Documento recibido el 23 de febrero de 2022. Este trabajo fue apoyado por el Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.

Neo Billi Martínez Ramírez es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, (corresponding author to provide phone: 224-106-5988; e-mail: neomr@tepeixirguez.tecnm.mx).

Eduardo Gabriel Cortes Velasco es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, (corresponding author to provide phone: 224-116-5688; e-mail: eduardocv@tepeixirguez.tecnm.mx).

Elizabeth Valencia Osorio es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, (corresponding author to provide phone: 222-680-7890; e-mail: elizabethvo).

Juan Carlos Aranda Martínez es docente del Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, (corresponding author to provide phone: 224-105-4053; e-mail: juancarlosam@tepeixirguez.tecnm.mx).

Angelica Pacheco Marín es docente del Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, (corresponding author to provide phone: 222-667-8899; e-mail: angelicapm@tepeixirguez.tecnm.mx).

### C. Generalidades de la Empresa

La empresa Especialistas en Travertino S.A. de C.V. o abreviado como “ESTRA” es considerada una empresa pequeña de giro industrial específicamente de transformación ya que de la materia prima que consiguen lo modifican por medio de procesos de corte, pulimiento, etc. También es considerada de giro comercial ya que vende lo que produce. La empresa es manejada por persona moral, el cual su representante es el C. Iván Ramos Contreras. Actualmente la empresa cuenta con 8 trabajadores dados en alta ya que los demás son temporales, están distribuidos en 2 turnos (matutino y vespertino) y en 3 áreas específicas las cuales son; producción, empaquetado y almacenamiento. En lo que respecta al área de producción, el proceso que conlleva la transformación de mármol es descrito en el siguiente diagrama de flujo (ver ANEXO A).

La distribución de la empresa es a nivel Nacional y cuenta con RFC, últimamente el volumen de producción y venta es considerable ya que en periodos anteriores era bajo. Por otra parte, no se considera un organigrama ya que las decisiones son realizadas entre las personas involucradas con la empresa el día a día.

### D. Ubicación

Para conocer la macrolocalización de la empresa ver la siguiente figura (ver Figura 1).



Fig. 1. Macrolocalización de la empresa Especialistas en Travertino S.A de C.V Fuente: Estado de Puebla de la República Mexicana - México Real (travelbymexico.com)

Para conocer la microlocalización de la empresa ver la siguiente figura (ver Figura 2).

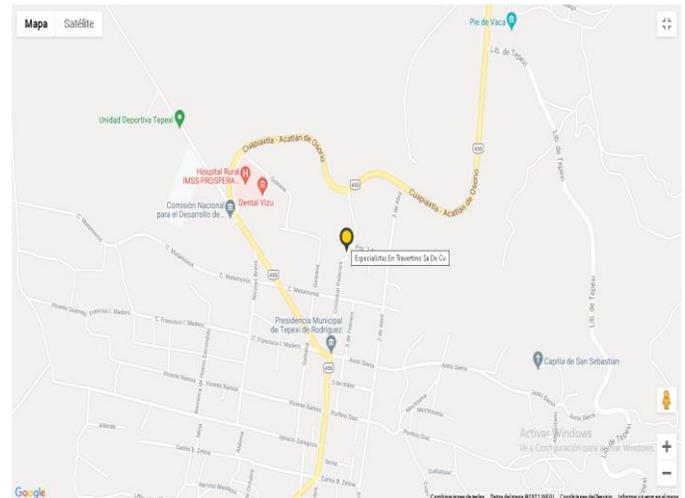


Fig. 2. Microlocalización de la empresa Especialistas en Travertino S.A de C.V Fuente: Especialistas En Travertino S.A. De C.V. Marmolerías en Puebla, (seccionamarilla.com.mx)

### E. Hipótesis

En el municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla, es una comunidad donde la principal fuente económica es la industria del mármol, pero por lo mismo es que existe tanta incomodidad como el ruido generado por las fábricas cercanas. Las constantes actividades repetitivas afectan a la salud tanto física como psicológica de los trabajadores de la empresa ESTRA S.A de C.V., debido a la costumbre del ambiente laboral, es que no se usa de manera completa un Equipo de Protección Personal (EPP) o incluso es inexistente.

## II. ANTECEDENTES

Los precedentes de la explotación del mármol en México se remontan a los últimos años del lapso porfirista (1876-1911). En impacto, especialmente en ambas décadas finales del siglo XIX y a lo largo de los primeros años del siglo XX, se produjo internacionalmente un aumento de las ciudades más representativas, con el consecuente dinamismo de la demanda de materiales de creación, así como de metales industriales.

En la actualidad, la economía del Municipio de Tepexi de Rodríguez, depende principalmente de la extracción, transporte y procesamiento del mármol. Asimismo, del número exacto de empresarios dedicados a cada uno de

estos rubros, y, sobre todo, la derrama económica que genera el mármol. [1]

La extracción de material para acabados de la construcción con mármol es lo que mueve la economía de esta población conocida como Mixteca alta y aunque no se sabe a ciencia cierta cuantas personas dependen de esta actividad, se sabe que son muchas las empresas que se dedican a esta industria. [2]

### III. MARCO TEÓRICO

La Ergonomía es un conjunto de conocimientos que trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas. El objetivo principal de la ergonomía es mejorar la eficiencia, seguridad y bienestar de los trabajadores. [3] En todas las aplicaciones, el objetivo es común; adaptar productos, tareas, entorno y herramientas a las necesidades y capacidades de las personas, mejorando la eficiencia, seguridad y bienestar de usuarios y trabajadores. En definitiva, el planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera que éstos se adapten a las personas. [4]

Su objetivo es encontrar la mejor adaptación entre el hombre, las herramientas, las máquinas y los lugares de trabajo con el objeto de reducir lesiones laborales, enfermedades, y por supuesto, mejorar la satisfacción de los usuarios y trabajadores y con ello la productividad. [5] En el ámbito laboral, un sistema de trabajo comprende a: uno o más trabajadores y al equipo de trabajo actuando conjuntamente para desarrollar la función del sistema, en un lugar de trabajo, en un entorno de trabajo, bajo las condiciones impuestas por las tareas de trabajo (UNE EN ISO 614-1: 2006). [6]

Muchos se preguntan porque aplicar una buena ergonomía a tu estilo de vida, o laboral, o personal, seas empleado o empleador, a grandes rasgos es porque te conviene aplicarla, sirve para que mejora la calidad de vida, mejora el nivel de producción, reduciendo cansancio físico y estrés, evitando los gastos por esa lesión, y si eres empleador, reduciendo juicios laborales entre otras. [7] Si bien la ergonomía es muy amplia y aplica en muchos ámbitos, existen 12 pilares o principios de la ergonomía que tienen que respetar cada uno de los diferentes tipos de la ergonomía, más abajo te enumeramos y te explicamos breve de que se trata cada uno. Con ejemplos de los 12 principios de la ergonomía. [8]

Cuando se trata de un trabajo dentro de la oficina, José Santos, secretario general del Colegio Profesional de Fisioterapeutas, admite que: “Hay que adaptar el material de la silla y la mesa al trabajador y no el trabajador a la zona de trabajo”. No obstante, son aquellas personas que están obligadas a manejar pesos son los más propensos a necesitar estudios de ergonomía, ya que sufren más lesiones. Dentro de este sector, un 4,8 por ciento padecen patologías sobrellevadas de una falta de ergonomía en el ámbito laboral, según el Instituto Nacional de Estadística (INE). [9]

### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. *Infraestructura*

La fábrica Especialistas de Travertino S.A de C.V. realiza la venta de diferentes tipos de mármol en la cual corta, pule, etc.; en la estación que se dedica al lavado del mármol para después llevar a cabo los diferentes tamaños de mármol, en el cual se lleva a cabo las operaciones al aire libre en donde solo esta una barda de forma de L y su techado es de lámina.

#### B. *Materiales utilizados*

Los materiales utilizados fueron, un Luxómetro, Sonómetro, Termómetro y Flexómetro, para la medición de la estación de trabajo en donde se lleva a cabo el lavado de mármol. Se registraron las medidas obtenidas en las cuales los trabajadores llevan a cabo su labor de todos los días.

#### C. *Diagnóstico*

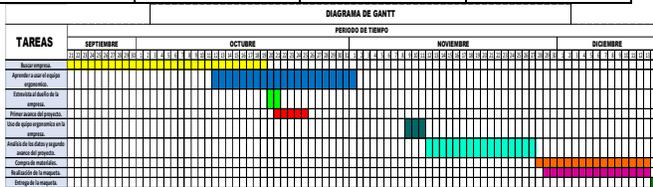
Fue un estudio en donde se puede observar que las principales causas que no son ergonómicas para el lugar de trabajo, fueron el ruido debido al momento de corte de mármol se encuentra cerca de la estación del lavado de mármol, en el cual los trabajadores no utilizan tapones para disminuir el ruido y la otra causa fue la humedad ya que el agua que es utilizada es tirada en el piso por tanto los trabajadores realizan sus actividades en el agua, aunque cuenta con un pequeño canal no está ubicado de manera ideal ya que provoca que exista demasiada humedad en la estación de trabajo.

V. METODOLOGÍA

El plazo de los tiempos por cada actividad realizada durante este proyecto se muestra en la siguiente tabla (ver Tabla 1):

Tabla 1. Diagrama Gantt Fuente: Elaboración propia

Factor Ergonómico	Instrumento de medición	Hora realizada de la medición	Registro (dB)
Ruido	Sonómetro	02:00 p. m.	94.5
		02:05 p. m.	95.6
		02:10 p. m.	94.8
		02:15 p. m.	94.8
		02:20 p. m.	94.5



Se realizaron las mediciones de la máquina de la estación de trabajo mientras se estaba laborando en el primer turno que es de 7: 00 am a 6:00 pm, se midió cada parte de la máquina para realizar la maqueta a tamaño escala con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y así poder evitar que los trabajadores a futuro sigan teniendo dificultades al realizar su trabajo o que les cause problemas de salud.

Como punto de referencia para entender las medidas tomadas de la estación de trabajo, se tiene el siguiente diagrama de la maquina utilizada en el proceso de forma simple (ver Figura 3):



Fig. 3. Diagrama Simple de la Máquina utilizada en el Proceso Fuente: Elaboración propia

A. Estudio del ruido

En la parte sur de la maquina se tomó 5 muestras en intervalos de 5 minutos, dando los siguientes datos (ver Tabla 2):

Tabla 2 Datos de la magnitud del ruido de la parte sur. Fuente: Elaboración propia

En la parte norte de la maquina se tomó 5 muestras en intervalos de 5 minutos, dando los siguientes datos (ver Tabla 3):

Tabla 3 Datos de la magnitud del ruido de la parte norte Fuente: Elaboración propia

Factor Ergonómico	Instrumento de medición	Hora realizada de la medición	Registro (dB)
Ruido	Sonómetro	02:25 p. m.	91.0
		02:30 p. m.	98.0
		02:35 p. m.	97.6
		02:40 p. m.	96.8
		02:45 p. m.	99.6

Con base a los promedios de los niveles de ruido obtenidos de la parte sur (94.84 dB), de la parte norte (96.6 dB) y los niveles de ruido.

Se encuentran clasificados en nivel de sonido muy alto, la discapacidad auditiva seria tras de 8 horas de exposición y el discurso es posible pero imposible de entender. Es decir, sin un equipo para la protección auditiva podría dañar seriamente a los trabajadores ya que laboran en jornadas de 8 horas o más, de igual manera, provoca cierta incomodidad cuando una persona no ha tratado con frecuencia estos niveles de ruido y aunque puede haber gente que se acostumbra a ciertos niveles, sigue siendo igual de dañino físicamente y mentalmente ya que provoca estrés.

B. Estudio de la humedad y la Temperatura

En la parte sur de la maquina se tomó 2 muestras en intervalos de 20 minutos, dando los siguientes datos (ver Tabla 4):

Tabla 4 Datos de la magnitud de la humedad y temperatura de la parte sur Fuente: Elaboración propia.

Factor Ergonómico	Instrumento de medición	Hora realizada de la medición	Registro (% de humedad)	Registro (°F)
Humedad y temperatura	Termómetro	02:02 p. m.	43.6	74.3
		02:22 p. m.	42.7	74.3

En la parte norte de la maquina se tomó 2 muestras en intervalos de 20 minutos, dando los siguientes datos (ver Tabla 5):

Tabla 5 Datos de la magnitud de la humedad y temperatura de la parte norte. Fuente: Elaboración propia.

Factor Ergonómico	Instrumento de medición	Hora realizada de la medición	Registro (% de humedad)	Registro (°F)
Humedad y temperatura	Termómetro	02:12 p. m.	42.7	75.0
		02:32 p. m.	42.6	75.2

En el tema de temperatura, con el promedio de la parte sur (23.5 °C), el promedio de la parte norte (23.94 °C) y la tabla siguiente (ver Tabla 6):

Tabla 6 Límites de exposición a condiciones térmicas ambientales elevadas y periodo de recuperación. Fuente: DOF - Diario Oficial de la Federación

Régimen de trabajo	Tipo de trabajo		
	ligero	moderado	Pesado
Trabajo continuo Exposición de 8 horas por día	30.0	26.7	25.0
Semana de 48 horas 75% de exposición 25% de recuperación en cada hora	30.6	28.0	25.9
50% de exposición 50% de recuperación en cada hora	31.4	29.4	27.9
25% de exposición 75% de recuperación en cada hora	32.2	31.1	30.0

Indica que pueden hacer un trabajo continuo a exposición de 8 horas por día, ya que, aunque carguen láminas de mármol pesadas, no supera el límite de 25 °C como lo indica la tabla extraída de la “NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-1994, relativa a la exposición laboral de las condiciones térmicas elevadas

o abatidas en los centros de trabajo”. En la humedad, con el promedio de la parte sur de 43.15%, un promedio de la parte norte de 42.65%, y con las palabras de Solimar Cedeño “Mantener un nivel de humedad relativa entre 35 % y 50 % a menudo es ideal. Esto no solo permite que el cuerpo funcione normalmente, sino que también previene el crecimiento de alérgenos como los ácaros del polvo y el moho” [10]. Esta en un estado óptimo el porcentaje de humedad.

### C. Estudio de la intensidad luminosa

En la parte sur de la maquina se tomó 4 muestras en intervalos de 5 minutos, dando los siguientes datos (ver Tabla 7):

Tabla 7 Datos de la magnitud de la intensidad luminosa de la parte sur. Fuente: Elaboración propia

Factor Ergonómico	Instrumento de medición	Hora realizada de la medición	Registro (lux)
Intensidad luminosa	Luxómetro	02:00 p. m.	31.2
		02:05 p. m.	31.8
		02:10 p. m.	33.0
		02:15 p. m.	32.8

En la parte norte de la maquina se tomó 4 muestras en intervalos de 5 minutos, dando los siguientes datos (ver Tabla 8):

Tabla 8 Datos de la magnitud de la intensidad luminosa de la parte norte. Fuente: Elaboración propia

Factor Ergonómico	Instrumento de medición	Hora realizada de la medición	Registro (lux)
Intensidad luminosa	Luxómetro	02:25 p. m.	39.7
		02:30 p. m.	41.2
		02:35 p. m.	41.1
		02:40 p. m.	40.9

Con un promedio de la parte sur de 32.2 lux, promedio de la parte norte de 40.725 lux y con la información de la siguiente tabla (ver Tabla 9):

Tabla 9 Niveles de iluminación. Fuente: SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL (dof.gob.mx)

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

Indica que se encuentra en un estado óptimo de iluminación ya que al ser una empresa que trabaja con mármol en un área prácticamente al exterior, se puede lograr visualizar las acciones que realiza el operario en su estación de trabajo.

#### D. Método postural OWAS

Referente al estudio de la postura del trabajador durante el desarrollo de sus actividades, se utilizó el método Owas. En el proceso de colocar las láminas de mármol a la máquina que realiza pulido o abrillantado, varía de quien la realice, se hace sosteniendo con las manos tratando de que la mayor parte del peso quede en el centro del cuerpo. Varía las láminas de mármol introducidas a la máquina por el ritmo que llevo la estación de trabajo anterior de corte de mármol, ya que cada lámina pesa entre un promedio de 15 a 20 kg. Las observaciones de la estación de trabajo dan como resultado 4 posturas.

La postura 1 se refiere al agarre de la lámina de mármol en donde se logra apreciar las siguientes características (ver Figura 4):

P1: Agarrar el laminado de mármol	Espalda	Brazos	Pierna	Carga	
Código	4	1	3	2	
Postura	Espalda doblada con giro	Ambos brazos por debajo de los hombros	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	Entre 10 y 20 Kg	
Categoría de Riesgo	2	Efecto de la postura Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Acción requerida Se requieren acciones correctivas lo antes posible.		

Fig. 4. Postura 1: Estación de trabajo de abrillantado y pulido de mármol. Fuente: Elaboración propia

La postura 2 se refiere al transporte de la lámina de mármol hacia la máquina de pulido en donde se logra apreciar las siguientes características (ver Figura 5):

P2: Transportar el laminado de mármol a la máquina	Espalda	Brazos	Pierna	Carga	
Código	1	1	7	2	
Postura	Espalda derecha	Ambos brazos por debajo de los hombros	Andando	Entre 10 y 20 Kg	
Categoría de Riesgo	1	Efecto de la postura Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	Acción requerida No requiere acción.		

Fig. 5. Postura 2: Estación de trabajo de abrillantado y pulido de mármol. Fuente: Elaboración propia

La postura 3 se refiere al momento de soltar la lámina de mármol en la máquina de pulido donde se logra apreciar las siguientes características (ver Figura 6):

P3: Colocar el laminado de mármol sobre el riel	Espalda	Brazos	Pierna	Carga	
Código	1	1	2	2	
Postura	Espalda derecha	Ambos brazos por debajo de los hombros	De pie con las dos piernas rectas	Entre 10 y 20 Kg	
Categoría de Riesgo	1	Efecto de la postura Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	Acción requerida No requiere acción.		

Fig. 6. Postura 3: Estación de trabajo de abrillantado y pulido de mármol. Fuente: Elaboración propia

La postura 4 se refiere al manejo y control de la lámina de mármol en la entrada de la máquina de pulido en donde se logra apreciar las siguientes características (ver Figura 7):

P4: Empujar el laminado de mármol sobre el riel	Espalda	Brazos	Pierna	Fuerza	
Código	2	1	3	1	
Postura	Espalda doblada	Ambos brazos por debajo de los hombros	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	Menos de 10 Kg	
Categoría de Riesgo	2	Efecto de la postura Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Acción requerida Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.		

Fig. 7. Postura 4: Estación de trabajo de abrillantado y pulido de mármol. Fuente: Elaboración propia

*E. Entrevistas al operario*

Se realizó una entrevista al operario de la estación de trabajo para conocer más de cerca los efectos del entorno. Nos indica que hay ocasiones donde la demanda del producto es alta, entonces se realiza un arduo trabajo ocasionándole solo dolores musculares no graves, el daño físico poco común es el machucarse los dedos debido a que no sostienen bien el mármol, pero solo le pasa a la gente nueva, es muy raro que haya accidentes. Los descansos que tiene son en intervalos de 30 min durante la jornada laboral de 8 horas, si quiere obtener un pago extra se extiende la jornada hasta 11 horas.

El trabajador sabe que el entorno es ruidoso, así que suele usar tapones para oídos debido a que en el área hay constante actividad y se necesita oír ya sea las ordenes de su superior o información de sus compañeros. Comenta que para que mejore su área de trabajo debe haber responsabilidad y puntualidad de parte de sus compañeros ya que al no tener estos dos valores causa que la carga de trabajo aumente afectando a la empresa y al bienestar de los propios trabajadores (ver Figura 8).



Fig. 8. Evidencia fotográfica de entrevista al operario. Fuente: Elaboración propia

### F. Maqueta

Para la realización de la maqueta, primeramente, se tuvo que medir la estación de trabajo (Pulido de mármol) para ajustarlo a una escala de 1:10 y planear el cómo, cuándo y con qué construir dicha maqueta.

Para la realización de la maqueta se siguieron los pasos:

Primero, se realizó la parte central, el cual es la banda transportadora ya que se consideraba la parte más complicada además de ser la base de todos los demás componentes. Se usó tablas de madera, palos de madera, cartón, papel verde, papel crepe, fomi verde y rojo, unicel, cables, cartoncillo, tubos PVC, ligas y pinturas verde y gris (ver Figura 9).



Fig. 9. Banda transportadora. Fuente: Elaboración propia

Se hizo el riel de la parte norte junto al secador. Se usó palillos, popotes, palos de madera, cartón y pintura gris (ver Figura 10).



Fig. 10. Riel de salida junto al secador. Fuente: Elaboración propia

Se realizó el riel de la parte sur con palos de madera, cartón, cartulina gris y palillos (ver Figura 11).



Fig. 11. Riel de entrada. Fuente: Elaboración propia

Se moldearon muñecos de plastilina con alambres, los cuales simulan las posturas del operario con la propuesta (ver Figura 12).



Fig. 12. Muñecos de plastilina. Fuente: Elaboración propia

Se construyó las piezas que simulan ser mármoles con rectángulos de unicel y papel impreso, con el carro de carga se usó palos de madera y cartón (ver Figura 13).



Fig. 13. Piezas que simulan piezas de mármol. Fuente: Elaboración propia

Debido a su simplicidad, se realizó como ultimo la pared forrándola de papel impreso, se pegó cartulina gris en la tabla de madera, se forro de gris un cartón el cual es el techo y se pegó en con el apoyo de dos palos de madera (ver Figura 14).



Fig. 14. Muro de simulación de unicel. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se pegó todos los componentes (ver Figura 15).



Fig. 15. Maqueta finalizada. Fuente: Elaboración propia

## VI. PROPUESTAS Y SOLUCIONES

En el caso del ruido se propone que los operarios ocupen tampones auditivos, preferentemente de los tipos reutilizables ya que se usaran prácticamente diarios. No es muy recomendable usar equipo protector auditivo que prácticamente desaparezca el sonido del exterior ya que en caso de accidentes no hay manera de que los demás operarios sepan que se detenga la producción o que se alejen inmediatamente del lugar al menos que se use luces de advertencia o de alerta, aunque no se tendrá el mismo efecto que una señal auditiva.

En el caso de la temperatura, es ideal la temperatura por lo que no se tendría que realizar muchos cambios,

además de que se tiene la ventaja de que la estación de trabajo está ubicada en un área prácticamente externa ya que solo trabajan bajo un techo de lámina con una sola pared y provee de circulación de aire natural. La humedad se encuentra en un estado óptimo, pero se cree que es debido a la cantidad de agua que circula en la propia estación ya que la máquina de pulido de mármol necesita constantemente agua para realizar su función, lo que provoca que el agua usada vaya por el canal que se encuentra ubicado ahí mismo y de forma frecuente el agua se riegue por el centro de la estación.

La luz está en una magnitud adecuada ya que cabe recalcar que los estudios ergonómicos fueron de día, y con la ventaja ya antes mencionada, la estación de trabajo se encuentra en un área que permita la entrada de luz y por ende la claridad para observar las acciones realizan los operarios.

La siguiente propuesta es poco recomendable ya que prácticamente cambiaría toda la empresa, y es que la estación del pulido de mármol sea ubicada en otra área ya que se encuentra en medio de dos estaciones de trabajo (corte para laminado de mármol y corte uniforme) las cuales son las máquinas que provocan el registro de las altas magnitudes de ruido, de igual manera, se debería de tomar en cuenta en construir de mejor manera el canal para que el agua usada no se esté regando.

Cómo se puede evidenciar en la postura 1, se encuentra en categoría 2, donde puede producir efectos dañinos sobre la espalda, por lo que se requiere acciones correctivas ocasionando que la empresa debe asumir gastos por este tipo de enfermedades, por lo que se propone que se debe instruir por parte de la fábrica al personal que realiza esta labor para que cambie su postura y de esta forma evitar una lesión temprana. En comparación con la primera postura, se identificó que las posturas 2 y 3, son posturas normales y naturales sin efectos dañinos en el sistema musco-esquelético, por lo cual no requiere ninguna acción.

Por último, en la postura 4 que se encuentra en categoría 2, se pudo observar que tiene una probabilidad de causar daño al sistema musco-esquelético, a partir de lo observado, se identificó que al momento de ejecutar su tarea el trabajador se desplaza hacia adelante, lo que provoca que el trabajador tenga que doblar la espalda para empujar el laminado de mármol, se propone instruir por parte de la fábrica al personal que realiza este trabajo para que opte por otra postura que no le provoque alguna lesión temprana.

## IX. CONCLUSIÓN

El estudio ergonómico de una estación de trabajo no tendrá los mismos resultados si es estudiado en otro día, ni en otro mes, ya que diariamente hay cambios tanto por el personal, equipo y herramientas, maquinaria y el entorno.

Se tendría que profundizar el estudio ergonómico para conseguir mejores resultados, y es obteniendo más datos en diferentes tiempos (ya sea cada mes o inclusive cada estación del año), interactuando directamente con los trabajadores para saber las problemáticas que poseen en relación a su trabajo por medio de entrevistas o cuestionarios, tomar en cuenta que nadie es igual en el sentido físico, por lo tanto, si una propuesta de solución funciona con un trabajador no significa que funcione con otro trabajador aunque tenga la misma área de trabajo.

## RECONOCIMIENTO

Nuestros más sinceros agradecimientos al Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez por prestarnos sus instalaciones y equipo para la obtención de conocimiento necesaria para este proyecto.

Nuestros familiares, compañeros, y a toda persona que nos brinda su apoyo y esfuerzo.

Al ingeniero Juan Carlos Aranda Martínez, por su guía y asesoramiento.

## REFERENCIAS

- [1] ANONIMO, «Tepexi de Rodríguez,» 25 Noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.xn--tepeviderodriguez-ksb.com/2010/11/tepexi-de-rodriguez-tierra-del-mármol.html>.
- [2] M. Santiago, «D13 NOTICIAS TEPEXI. BLOG,» 02 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://d13noticiastepexi.blogspot.com/2016/05/la-industria-mármolera-motor-financiero.html>.
- [3] F. L. d. I. Construcción, «Construmatica,» 2004. [En línea]. Available: [https://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:%C2%BFQu%C3%A9\\_es\\_la\\_Ergonom%C3%ADa\\_y\\_Para\\_que\\_Sirve%3F#](https://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:%C2%BFQu%C3%A9_es_la_Ergonom%C3%ADa_y_Para_que_Sirve%3F#).
- [4] P. s. Ergonomía, «forestales,» s/d s/m s/a. [En línea]. Available: [https://forestales.ibv.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=136](https://forestales.ibv.org/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=136).
- [5] AREATECNOLOGÍA, «Areatecnología.com,» s/d s/m s/a. [En línea]. Available:

- <https://www.areatecnologia.com/ergonomia.html>.
- [6] E. I. N. d. S. y. S. e. e. T. (INSST), «insst.es,» s/d s/m s/a. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/-/que-es-un-ep-2>.
- [7] E. ONLINE, «Ergonomia web,» 01 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://ergonomiaweb.com/beneficios-de-la-ergonomia/>.
- [8] E. ONLINE, «Ergonomia web,» s/d s/m s/a. [En línea]. Available: <https://ergonomiaweb.com/los-12-principios-de-la-ergonomia/>.
- [9] D. Medico, «Cuadete plus,» 03 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://cuidateplus.marca.com/salud-laboral/2017/10/15/-ergonomia-afecta-salud-rendimiento-laboral-145816.html>.
- [10] S. Cedeño, «Consecuencias y efectos de la humedad para la salud,» 10 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://mejorconsalud.as.com/consecuencias-efectos-de-la-humedad-salud/>.
- [11] P. Rychtarcikova, «Cómo hacer una apreciación del ruido de fondo y elaborar el proyecto acústico más adecuado,» telegrafia, 29 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.sirenaselectronicas.com/como-hacer-una-apreciacion-del-ruido-de-fondo-y-elaborar-el-proyecto-acustico-mas-adeecuado/>.
- [12] Secretaría del Trabajo y Previsión Social, «NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas- Condiciones de seguridad e higiene,» 14 Junio 2002. [En línea]. Available: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-015.pdf>.
- [13] Secretaría del Trabajo y Previsión Social, «NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo,» 30 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>.

Ubicación: Tepexi de Rodríguez				Resumen			
Actividad: Acabado superficial del laminado de mármol				Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha: 25/11/2021				Operación	15		
Operador: Jesús		Analista: Eduardo Gabriel		Transporte	6		
Encierre el método y tipo apropiados				Demora	1		
Método:		Presente	Propuesto	Inspección	2		
Tipo:		Trabajador	Material	Maquina	Almacenamiento	1	
Comentarios:				Tiempo (min)	85 min		
				Distancia (ft)	137.3 ft		
				Costo	-		
Descripción de los elementos		Símbolo		Tiempo (min)	Distancia (ft)	Recomendaciones al método	
Proceso de corte para el laminado de mármol							
Transportar la piedra de mármol con el montargas al telar		○ ⊕ D □ ▽		8 min	39.3 ft		
Oprimir botón del tablero del telar para cortar el mármol		○ ⊕ D □ ▽		1 min			
Tomar las láminas de mármol		○ ⊕ D □ ▽		1 min			
Transportar las láminas de mármol al cortablock		○ ⊕ D □ ▽		3 mi	16.4 ft		
Oprimir botón del tablero del cortablock para cortar el mármol a 2 metros		○ ⊕ D □ ▽		1 min			
Tomar las láminas de mármol		○ ⊕ D □ ▽		1 min			
Transportar las láminas de mármol a la estación de acabado superficial		○ ⊕ D □ ▽		3 min	19.6 ft		
Proceso de acabado superficial							
Tomar el laminado de mármol de la estación de corte de mármol		○ ⊕ D □ ▽		1 min			
Inspeccionar si el laminado de marmol no está roto		○ ⊕ D □ ▽		1 min			
Transportar el laminado de mármol al riel de la máquina		○ ⊕ D □ ▽		1 min	9.8 ft		
Colocar el laminado de mármol en el riel		○ ⊕ D □ ▽		2 min			
Empujar el laminado de mármol del riel a la banda transportadora		○ ⊕ D □ ▽		1 min			

Oprimir el botón del tablero para el acabado superficial deseado	○ ⊕ D □ ▽	1 min	6.5 ft	
Esperar que la máquina termine de realizar el acabado	○ ⊕ D □ ▽	4 min		
Tomar el laminado de mármol terminado de su acabado superficial del riel	○ ⊕ D □ ▽	1 min		
Transportar el laminado de mármol a la estación de corte uniforme	○ ⊕ D □ ▽	2 min	6.5 ft	
Proceso de corte uniforme				
Tomar el laminado de mármol	○ ⊕ D □ ▽	1 min	3.2 ft	
Colocar el laminado sobre la cortadora	○ ⊕ D □ ▽	2 min		
Cortar el laminado con las mediciones pedidas	○ ⊕ D □ ▽	2 min		
Inspeccionar si el laminado de marmol no está roto	○ ⊕ D □ ▽	5 min		
Tapar con cemento las imperfecciones del laminado	○ ⊕ D □ ▽	10 min		
Tomar el laminado de mármol	○ ⊕ D □ ▽	1 min		
Transportar el laminado a la estación de empaquetado	○ ⊕ D □ ▽	3 min	22.9 ft	
Empaquetar las láminas de mármol	○ ⊕ D □ ▽	20 min		
Se almacena las lámina de mármol empaquetados para su venta	○ ⊕ D □ ▽	20 min	13.1 ft	