

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. TEMA

Implementar un procedimiento de intervención y valoración ergonómica de los trabajadores de soldadura en el taller mecánico del bloque 15 – EPF del consorcio azul, para reducir las dolencias e índices de enfermedades profesionales.

6.2.DATOS INFORMATIVOS

6.2.1. Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato.

6.2.2. Beneficiarios:

- María José Gómez Moreno
- Consorcio Azul.
- Estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial

6.2.3. Ubicación: Consorcio Azul, provincia de Orellana, Bloque 15, Taller Mecánico Edén – EPF.

6.2.4. Tiempo estimado para la ejecución: 1 año.

6.2.5. Equipo Técnico Responsable

- **Tutor:** Ing. Cesar Rosero
- **Autor:** María José Gómez Moreno

6.3. ANTECEDENTES

Dentro del taller mecánico del bloque 15 EPF del Consorcio Azul, se ha encontrado el malestar de la mayoría de trabajadores en cuanto se refiere a las condiciones laborales. Existe un nivel de fatiga alto y antecedentes médicos de enfermedades causadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos.

El implementar un procedimiento de intervención y valoración ergonómica dentro del taller mecánico del bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, nos permitirá establecer las normas ergonómicas a seguir, determinar las dolencias y enfermedades profesionales más comunes para los soldadores y poder controlarlas.

Al analizar las condiciones actuales de la producción de juntas soldadas, dentro del taller de prefabricados, respecto a las condiciones ambientales, laborales, ergonómicas que se presentan en el momento de la ejecución del trabajo, se podrán establecer la mejor relación posible en todos los aspectos mencionados, como, métodos de trabajo para movimientos repetitivos, posturas forzadas, tiempos de ejecución, descansos, procedimientos de soldadura, y la documentación respectiva para llevar un seguimiento apropiado del trabajo realizado, y el control médico.

6.4. JUSTIFICACIÓN

En vista de que la soldadura de tubería ya sea de producción o reinyección, marca un elemento indispensable para seguir con la cadena de construcción entre varias disciplinas, un procedimiento de intervención y valoración ergonómica permitirá establecer la mejor relación de las actividades que los soldadores deben emprender, tanto físicas como mentales.

Con este estudio se podrá disminuir los trabajos físicos que se tienen de manera continua, mediante un cálculo adecuado de tiempos de descanso según la actividad que se esté realizando, disminuyendo la fatiga e incluso dolor producido por estas actividades, evitando lesiones que tienen lugar sobre todo en las extremidades superiores y en la espalda.

Mediante este estudio se podrá dar un correcto método de trabajo para las actividades que necesariamente tienen movimientos repetitivos, y posturas forzadas, disminuyendo también el índice de fatiga, estrés laboral, lesiones musculoesqueléticas y enfermedades de tipo profesional.

Observando el medio económico de la empresa, tendremos también grandes beneficios ya que mediante el control de los elementos antes mencionados, no existirá disminución de la productividad, absentismo laboral, evitando costo directos e indirectos.

El estudio y control ergonómico dentro del taller brindará prestigio dentro de la empresa, y satisfacción al cliente interno y externo tanto en la metodología laboral como en la satisfacción personal de los soldadores.

6.5. OBJETIVOS

6.5.1. Objetivo General

Realizar un procedimiento de valoración ergonómica en las actividades de soldadura en el taller mecánico del bloque 15 – EPF del consorcio Azul, para reducir el índice de dolencias y enfermedades profesionales.

6.5.2. Objetivos Específicos

- Efectuar un estudio de movimientos repetitivos y posturas forzadas en los soldadores del taller mecánico bloque 15 – EPF del consorcio Azul.
- Esquematizar las enfermedades profesionales presentadas en los trabajadores del taller mecánico del bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, con sus causas y consecuencias.
- Realizar un estudio de tiempos para el correcto cálculo de suplementos de descanso relacionadas con las actividades específicas de soldadura del taller mecánico bloque 15 – EPF del consorcio Azul.

- Mostrar un procedimiento con diagrama de operación acerca de la soldadura para evitar malos hábitos en las actividades laborales del taller mecánico bloque 15 – EPF del consorcio Azul.

6.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La propuesta es un proyecto factible, debido a que siendo una mejora al sistema actual la empresa está interesada en otorgar, si están disponibles, los recursos y tecnología que satisfaga las necesidades del proyecto, así como adquirir los que no existan en campo.

Además los recursos, la metodología, la fundamentación teórica permite dar una solución al problema, dentro de los plazos propuestos.

6.7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.7.1. Análisis RULA

PROCESO DE SOLDADURA TUBERIA DE 18PLG SCH 80 - SMAW

6.7.1.1. Análisis Primer Grupo de Fotografías



Fotografía N° 1



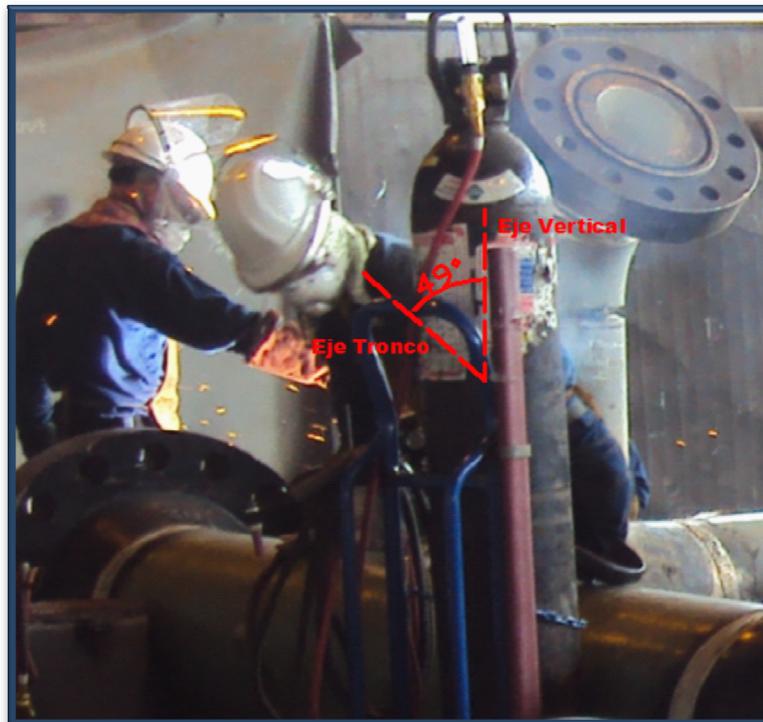
Fotografía N° 1.1



Fotografía N° 1.2



Fotografía N° 1.3



Fotografía N° 1.4

Grupo A: Puntuaciones de los miembros superiores.

- **Puntuación del brazo:** En la fotografía N° 1.1 se observa un ángulo de 48° ¹² entre los ejes del tronco y brazo, según anexo 10 se obtiene una valoración de **3**.

Según anexo 11 se incrementa **una unidad** ya que los brazos se encuentran separados.

- **Puntuación del antebrazo:** En la fotografía N° 1.2 se observa un ángulo de 83° entre los ejes del tronco y antebrazo, según anexo 12 se obtiene una valoración de **1**.

Según anexo 13 se incrementa **una unidad** ya que el antebrazo se encuentra sobre la línea central del cuerpo.

- **Puntuación de la muñeca:** Por la naturaleza misma del trabajo y las observaciones realizadas, se obtiene un ángulo menor a -15° y mayor a $+15^{\circ}$ de flexión de la muñeca, según anexo 14 se obtiene una valoración de **3**.

Según anexo 16 se incrementa **una unidad** ya que la muñeca gira constantemente.

Grupo B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.

- **Puntuación del cuello:** En la fotografía N° 1.3 se observa un ángulo de flexión del cuello de 11° , según anexo 17 se obtiene una valoración de **2**.

No se incrementa ningún valor ya que no existe rotación del cuello, según 18.

- **Puntuación del tronco:** En la fotografía N° 1.4 se observa un ángulo de flexión del tronco de 49° , según anexo 19 se obtiene una valoración de **3**.

¹² Ángulos graficados y medidos en Sw AUTOCAD 2007

No se incrementa ningún valor ya que no existe torsión o lateralización del tronco, según anexo 20.

- **Puntuación de las piernas:** Por la naturaleza misma del trabajo y las observaciones realizadas, se puede determinar que las piernas se encuentran apoyadas simétricamente, según anexo 21 se obtiene una valoración de **1**.

6.7.1.2. Análisis Segundo Grupo de Fotografías



Fotografía N° 2



Fotografía N° 2.1



Fotografía N° 2.2



Fotografía N° 2.3



Fotografía N° 2.4

Grupo A: Puntuaciones de los miembros superiores.

- **Puntuación del brazo:** En la fotografía N° 2.1 se observa un ángulo de 106° entre los ejes del tronco y brazo, según anexo 10 se obtiene una valoración de **4**.

Según anexo 11 se incrementa **una unidad** ya que los brazos se encuentran separados.

- **Puntuación del antebrazo:** En la fotografía N° 2.2 se observa un ángulo de 131° entre los ejes del tronco y antebrazo (se transporta el eje tronco para obtener el ángulo en un mismo plano), según anexo 12 se obtiene una valoración de **2**.

No se incrementa ningún valor ya que la proyección vertical del codo coincide con la proyección vertical del antebrazo, según anexo 13.

- **Puntuación de la muñeca:** En la fotografía N° 2.3 se observa un ángulo de -24° entre los ejes del antebrazo y muñeca, según anexo 14 se obtiene una valoración de **3**.

Según anexo 16 se incrementa **una unidad** ya que la muñeca gira constantemente.

Grupo B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.

- **Puntuación del cuello:** Mediante observación se puede determinar que el ángulo de flexión del cuello se encuentra entre 10° y 20° , según anexo 17 se obtiene una valoración de **2**.

No se incrementa ningún valor ya que no existe rotación del cuello, según anexo 18.

- **Puntuación del tronco:** En la fotografía N° 2.4 se observa un ángulo de flexión del tronco de 14°, según anexo 19 se obtiene una valoración de **2**.

No se incrementa ningún valor ya que no existe torsión o lateralización del tronco, según anexo 20.

- **Puntuación de las piernas:** Mediante observaciones realizadas, se puede determinar que el trabajador está en cunclillas y no se encuentra apoyado totalmente sobre los pies, según anexo 21 se obtiene una valoración de **2**.

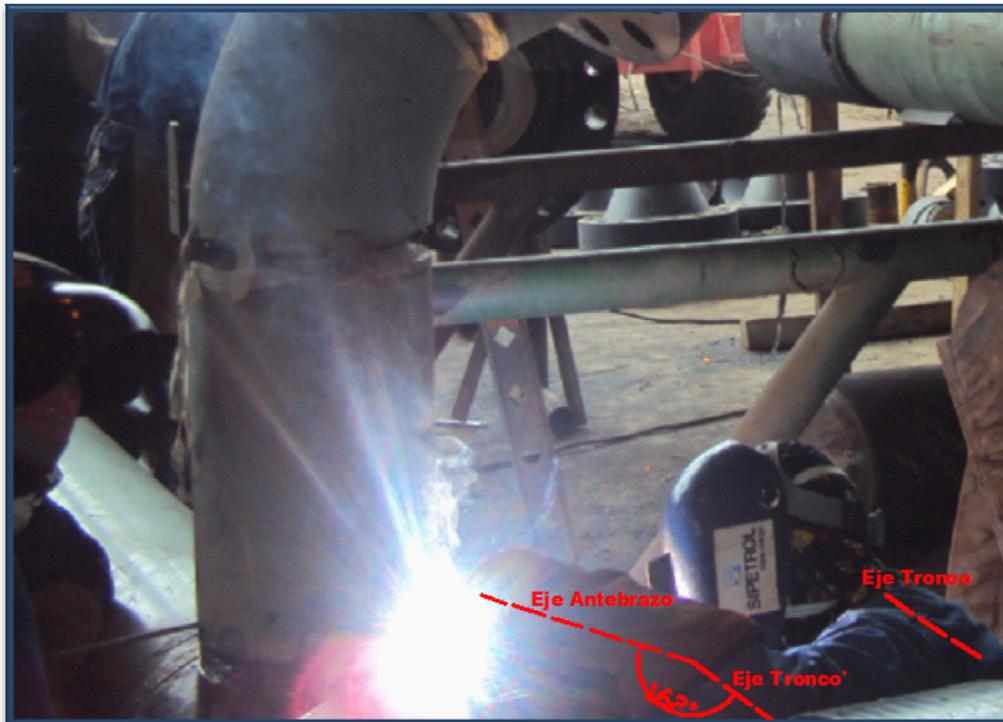
6.7.1.3. Análisis Tercer Grupo de Fotografías



Fotografía N° 3



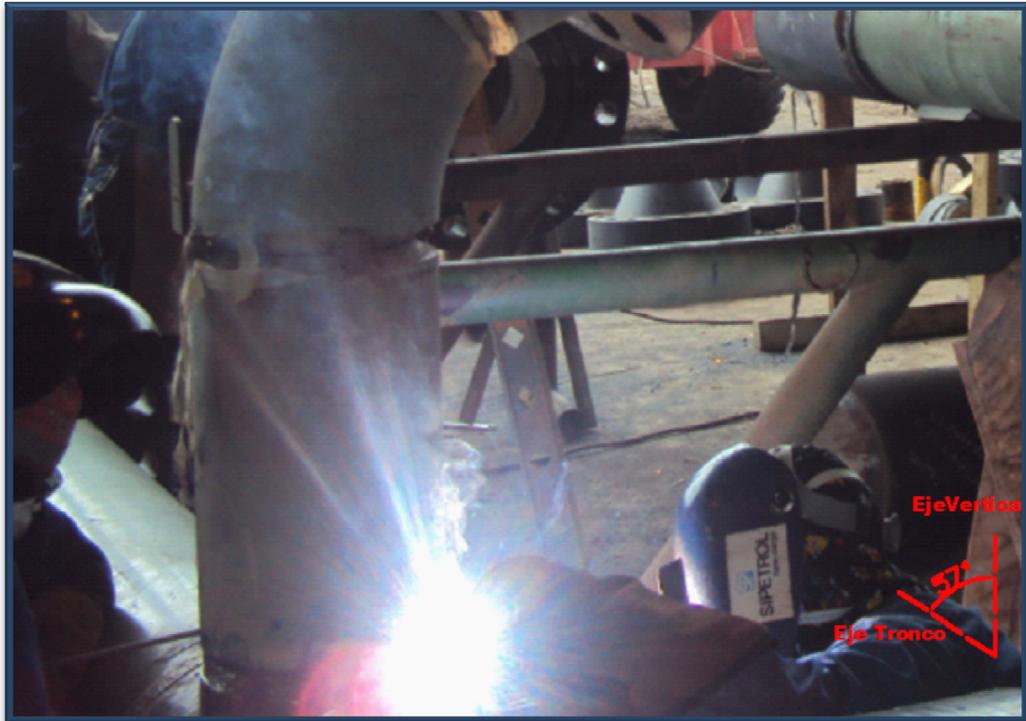
Fotografía N° 3.1



Fotografía N° 3.2



Fotografía N° 3.3



Fotografía N° 3.4

Grupo A: Puntuaciones de los miembros superiores.

- **Puntuación del brazo:** En la fotografía N° 3.1 se observa un ángulo de 107° entre los ejes del tronco y brazo, según anexo 10 se obtiene una valoración de **4**.

Según anexo 11 se incrementa **una unidad** ya que los brazos se encuentran separados.

- **Puntuación del antebrazo:** En la fotografía N° 3.2 se observa un ángulo de 162° entre los ejes del tronco y antebrazo (se transporta el eje tronco para obtener el ángulo en un mismo plano), según anexo 12 se obtiene una valoración de **2**.

Según anexo 13 se incrementa **una unidad** ya que el antebrazo se encuentra sobre la línea central del cuerpo.

- **Puntuación de la muñeca:** Por la naturaleza misma del trabajo y las observaciones realizadas, se obtiene un ángulo menor a -15° y mayor a $+15^\circ$ de flexión de la muñeca, según anexo 14 se obtiene una valoración de **3**.

Según anexo 16 se incrementa **una unidad** ya que la muñeca gira constantemente.

Grupo B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.

- **Puntuación del cuello:** En la fotografía N° 3.3 se observa un ángulo de flexión del cuello de 18° , según anexo 17 se obtiene una valoración de **2**.

No se incrementa ningún valor ya que no existe rotación del cuello, según anexo 18.

- **Puntuación del tronco:** En la fotografía N° 3.4 se observa un ángulo de flexión del tronco de 54° , según anexo 19 se obtiene una valoración de **3**.

No se incrementa ningún valor ya que no existe torsión o lateralización del tronco, según anexo 20.

- **Puntuación de las piernas:** Mediante observaciones realizadas, se puede determinar que el trabajador está en cunclillas y no se encuentra apoyado totalmente sobre los pies, según anexo 21 se obtiene una valoración de **2**.

6.7.1.4.Puntuación Promedio

Grupo A

PUNTUACION PROMEDIO GRUPO A				
FUENTE	BRAZO	ANTEBRAZO	MUÑECA	GIRO MUNECA
FOTOGRAFIA 1	4	2	3	1
FOTOGRAFIA 2	5	2	3	1
FOTOGRAFIA 3	5	3	3	1
PROMEDIO	5	2	3	1

Grupo B

PUNTUACION PROMEDIO GRUPO B			
FUENTE	PIERNAS	TRONCO	CUELLO
FOTOGRAFIA 1	1	3	2
FOTOGRAFIA 2	2	2	2
FOTOGRAFIA 3	2	3	2
PROMEDIO	2	3	2

6.7.1.5.Puntuación Global para los miembros del Grupo A

Según Anexo 22, se determina una puntuación global de **6**.

6.7.1.6.Puntuación Global para los miembros del Grupo B

Según Anexo 23, se determina una puntuación global de **5**.

6.7.1.7.Puntuación del tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada

Al ser una actividad dinámica no se suma ningún punto por la actividad muscular.

6.7.1.8.Puntuación Final

Según Anexo 25, y teniendo el Grupo A como C, y el Grupo B como D, se obtiene una puntuación final de **6**, por lo que se requiere rediseñar la tarea.

6.7.2. Análisis OCRA: Tubería Seleccionada: 18 plg, SCH 80 Soldadura SMAW

Evaluación del riesgo asociado a un trabajador que ocupa un único puesto

Análisis Movimiento Repetitivo de Muñeca, Brazo y Antebrazo

6.7.2.1. Duración de Tareas

- Tiempo Total del Ciclo

$$T_{TC} = \text{Tiempo Total de ciclo}$$

$$T_{TC} = (T_{\text{prep Tub}}) + (T_{\text{sold tub}})$$

$$T_{TC} = (T_{\text{prep Tub}}) + (T_{\text{sold tub}})$$

$$T_{TC} = 175.50 \text{ min} + 161.47 \text{ min}$$

$$T_{TC} = 336.97 \text{ min}$$

- Número de Ciclos

$$N_{ciclos} = \frac{T_{jornada}}{T_{TC}}$$

$$N_{ciclos} = \frac{11h \times 60min}{336.97min}$$

$$N_{ciclos} = 1.96 \approx 2$$

- Duración Total del movimiento

Oficial

$$T_{oficial} = \left[\begin{array}{l} (colocacion + corte + inspec_1 + bisel + inspec_2 + alineacion + cepillado) + \\ (cepillado_1 + cepillado_2 + cepillado_3 + cepillado_4 + pulido) + \\ (raiz + pase caliente + relleno_1 + relleno_2 + capa) \end{array} \right] \times 2$$

$$T_{oficial} = \left[\begin{array}{l} (5 \text{ min} + 75 \text{ min} + 1.5 \text{ min} + 45 \text{ min} + 1.5 \text{ min} + 35 \text{ min} + 10 \text{ min}) + \\ (10 \text{ min} + 10 \text{ min} + 10 \text{ min} + 10 \text{ min} + 15 \text{ min}) + \\ (20 \text{ min} + 15 \text{ min} + 20 \text{ min} + 25 \text{ min} + 25 \text{ min}) \end{array} \right] \times 2$$

$$T_{oficial} = (173 \text{ min} + 55 \text{ min} + 105 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{oficial} = (333 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{oficial} = 666 \text{ min}$$

Real u observado

$$T_{real} = \left[\begin{array}{l} (colocacion + corte + inspec_1 + bisel + inspec_2 + alineacion + cepillado) + \\ (cepillado_1 + cepillado_2 + cepillado_3 + cepillado_4 + pulido) + \\ (raiz + pase caliente + relleno_1 + relleno_2 + capa) \end{array} \right] \times 2$$

$$T_{real} = \left[\begin{array}{l} (7.57 \text{ min} + 73.80 \text{ min} + 1.57 \text{ min} + 46.17 \text{ min} + 1.43 \text{ min} + 34.50 \text{ min} + 10.47 \text{ min}) + \\ (9.13 \text{ min} + 9.20 \text{ min} + 9.40 \text{ min} + 9.83 \text{ min} + 15 \text{ min}) + \\ (21.93 \text{ min} + 16.5 \text{ min} + 21.3 \text{ min} + 24.37 \text{ min} + 24.8 \text{ min}) \end{array} \right] \times 2$$

$$T_{real} = (175.51 \text{ min} + 52.56 \text{ min} + 108.9 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{real} = (336.97 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{real} = 673.94 \text{ min}$$

- Duración Tareas no repetitivas

Oficial

$$T_{NrepOf} = \text{Tareas No repetitivas oficial}$$

$$T_{NrepOf} = (\text{colocacion} + \text{inspec}_1 + \text{inspec}_2) \times 2$$

$$T_{NrepOf} = (5 \text{ min} + 1.5 \text{ min} + 1.5 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{NrepOf} = (8 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{NrepOf} = 16 \text{ min}$$

Real u observado

$$T_{NrepR} = \text{Tareas No repetitivas Real}$$

$$T_{NrepR} = (\text{colocacion} + \text{inspec}_1 + \text{inspec}_2) \times 2$$

$$T_{NrepR} = (7.57 \text{ min} + 1.57 \text{ min} + 1.43 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{NrepR} = (10.57 \text{ min}) \times 2$$

$$T_{NrepR} = 21.14 \text{ min}$$

Datos

DESCRIPCIÓN		MINUTOS
Duración total del movimiento	Oficial	666
	Real	673.94
Pausas oficiales	Contractual	0
Otras pausas		10
Almuerzo	Oficial	60
	Real	40
Tareas no repetitivas ¹³	Oficial	16
	Real	21.14
DURACIÓN NETA DE LA/S TAREA/S REPETITIVAS		Fórmula
Nº de unidades (o ciclos)	Previstos	2
	Reales	2
DURACIÓN NETA DEL CICLO (seg.)		Fórmula
DURACIÓN DEL CICLO OBSERVADO (seg.)		650*60=39000/2=19500

6.7.2.2. Duración Neta de las Tareas Repetitivas

D_{NTR} = Duración neta de las tareas repetitivas

D_{TM} = Duración Total del Movimiento

P_{ofi} = Pausas Oficiales

¹³ *Periodo de recuperación*: periodo durante el cual uno o varios grupos musculares implicados en el movimiento permanecen totalmente en reposo, tales como los descansos para el almuerzo, las tareas de control visual, las pausas en el trabajo (oficiales o no), las tareas que permiten el reposo de los grupos de músculos utilizados en tareas anteriores (empujar objetos alternativamente con un brazo y otro), etc.

$O_p = \text{Otras Pausas}$

$Al = \text{Almuerzo}$

$T_{Nrep} = \text{Tareas no Repetitivas}$

$D_{NC} = \text{Duración Neta del Ciclo}$

$$D_{NTR} = D_{TM} - P_{ofi} - O_p - Al - T_{Nrep}$$

$$D_{NTR} = 666min - 0min - 10min - 40min - 16min$$

$$D_{NTR} = 600min$$

$$D_{NC} = \frac{D_{NTR} \times 60}{N_{ciclos}}$$

$$D_{NC} = \frac{600min \times 60}{2}$$

$$D_{NC} = \frac{36000seg}{2}$$

$$D_{NC} = 18000 seg$$

Se justifica la diferencia entre la duración neta del ciclo y la duración del ciclo observado de 1500seg aproximadamente, ya que en el ciclo observado está incluido el tiempo del almuerzo y los 10 min de otras pausas, la sumatoria de estos se debe dividir para los dos ciclos tal como se realizó en el cálculo de la duración neta del ciclo.

6.7.2.3. Factor de Recuperación

666 min → 66 min

60 min → x

$$x = \frac{60 \text{ min} \times 66 \text{ min}}{666 \text{ min}}$$

$$x = 5.94 \text{ min}$$

Puntuación Factor de Recuperación: En los cálculos realizados, se obtiene que aproximadamente por cada hora de trabajo continuo se tiene un descanso parcial de 5.94min, es decir una relación de 10 a 1, por lo que según Anexo 27 se obtiene una valoración de **2**.

6.7.2.4. Factor de Frecuencia

Puntuación Factor de Frecuencia: Al ser nuestros movimientos considerados acciones técnicas dinámicas, en la toma de tiempos, se observó en la soldadura un movimiento circular de la muñeca con más de 50 repeticiones por minuto; además de un movimiento de flexión - extensión con más de 45 repeticiones por minuto, en el corte y cepillado de tubería. Por lo que según Anexo 28, se encuentra una puntuación de **4**, ya que son más de 40 repeticiones por minuto.

6.7.2.5. Factor de Fuerza

1. Selección de las acciones implicadas en el proceso.
 - Es necesario empujar o tirar
 - Es necesario manejar o apretar componentes o herramientas

2. Determinación de la intensidad del esfuerzo según el Anexo 31.

En vista de que no son elementos de un peso considerable (electrodo, pinza, lima, sierra), pero si implica un esfuerzo extra la manipulación y trabajo con los mismos, se da una puntuación de **3**, en la escala de Borg.¹⁴

3. Obtener la puntuación de fuerza en tablas

En vista que se tiene una fuerza moderada de 3 puntos en la escala de Borg, se utiliza el Anexo 42, obteniendo una puntuación de 3 ya que estas herramientas se utilizan más o menos la mitad del tiempo pero cambiando de las herramientas que implican mayor esfuerzo a las de menor esfuerzo.

6.7.2.6.Factor Postura

1. Selección una única opción para cada grupo corporal: hombro, codo, muñeca y manos.
2. Puntuación de la opción seleccionada para cada grupo: Puntuación del hombro, codo, muñeca y manos.
 - **Puntuación Hombro:** Según el Anexo 32 se da una puntuación de **1**, en vista de que los brazos nunca están a la altura de los hombros.
 - **Puntuación Codo:** Según el Anexo 33 se da una puntuación de **4** ya que el codo realiza movimientos repetidos de flexión-extensión.
 - **Puntuación de Muñeca:** Según el Anexo 34 se da una puntuación de **4** ya que la muñeca realiza más de la mitad del tiempo tareas en una posición extrema o adopta posturas forzadas.
 - **Puntuación Manos:** Según el Anexo 35, los dedos del trabajador se encuentran durante la soldadura en una posición de pinza, y durante el corte y cepillado de tubería en una posición de agarre con la palma de la mano; por lo que por medio del Anexo 36, se le da una puntuación de **4**.

¹⁴ Escala de Borg o Índice de Fatiga de Borg, o escala del esfuerzo percibido de Borg o RPE (Ratings of Perceived Exertion: escala que relaciona la sensación del esfuerzo que percibe la persona con un valor numérico que va de 0 a 10 en actividades donde intervenga la fuerza.

- **Aumento de movimientos estereotipados:** Además se da un puntaje de **1.5** por movimientos estereotipados de la muñeca y codo, según el Anexo 37, ya que presenta repetición de movimientos idénticos al menos 2/3 del tiempo y todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores.

3. Selección y análisis

$$F_p = \text{MAXIMO}(P_{\text{hombro}}, P_{\text{codo}}, P_{\text{muñeca}}, P_{\text{manos}}) + P_{\text{mov.estereotipados}}$$

$$F_p = \text{MAXIMO}(1,4,4,4) + 1.5$$

$$F_p = 5.5$$

6.7.2.7. Factores Adicionales

Aunque dentro del trabajo existen ocasionales compresiones de la piel, ampollas, entre otros, no se asigna un valor adicional, debido a que los trabajadores cuentan con el EPP necesario para protegerse de cualquier incidente que se presente.

Debido a que el ritmo de trabajo está determinado relativamente por el trabajador, no se adiciona ninguna puntuación adicional.

6.7.2.8. Multiplicador correspondiente a la duración neta del movimiento repetitivo

Ya que los movimientos repetitivos de las extremidades superiores que estamos analizando, se da por más de 8 horas o 480 min teniendo en cuenta los cálculos realizados con anterioridad, según Anexo 40, tenemos un factor multiplicador de **1.5**.

6.7.2.9. Obtención del Índice Check List OCRA

$$I_{clo} = \text{Indice Check List OCRA}$$

$$F_r = \text{Factor de Recuperación}$$

$$F_f = \text{Factor de Frecuencia}$$

F_{fu} = Factor de Fuerza

F_p = Factor de Postura

F_a = Factores Adicionales

M_d = Multiplicador de Duración

$$I_{clo} = (F_r + F_f + F_{fu} + F_p + F_a) \times M_d$$

$$I_{clo} = (2 + 4 + 3 + 5.5 + 0) \times 1.5$$

$$I_{clo} = 14.5 \times 1.5$$

$$I_{clo} = 21.75$$

Con este índice calculado, según el Anexo 41, nos da como resultado **un riesgo medio**, por lo que se recomienda un rediseño del proceso de trabajo, además de entrenamiento y supervisión médica adecuada.

6.7.3. Análisis de Lesiones y Enfermedades Profesionales

Se puede diferenciar etapas en la aparición de estas enfermedades o trastornos musculoesqueléticos, como las siguientes:

- En la primera etapa aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo, desapareciendo fuera de éste.
- En la segunda etapa, los síntomas aparecen al empezar el trabajo y no desaparecen por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo.
- En la tercera etapa, los síntomas persisten durante el descanso. Se hace difícil realizar tareas, incluso las más triviales.

TME CAUSADOS POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS Y POSTURAS FORZADAS	HOMBROS Y CUELLO	Tendinitis del manguito de los rotadores	Los trastornos aparecen en trabajos donde los codos deben estar en posición elevada
	EN MANO Y MUÑECA	Tendinitis	Es un inflamación de un tendón debida, entre otras causas, a que está repetidamente en tensión, doblado.
		Tenosinovitis	Es la producción excesiva de líquido sinovial, se originan por flexiones y/o extensiones extremas de la muñeca
		Síndrome del canal de Guyon	Se da por flexión y extensión prolongada de la muñeca, y por presión repetida en la base de la palma de la mano.
		Síndrome del túnel carpiano	Los síntomas son dolor, entumecimiento, hormigueo y adormecimiento de la parte de la mano. Se produce como consecuencia de las tareas desempeñadas en el puesto de trabajo que implican posturas forzadas mantenidas, esfuerzos o movimientos repetidos
	BRAZO Y CODO	Epicondilitis y epitrocleítis	Los tendones se irritan produciendo dolor a lo largo del brazo. Las actividades que pueden desencadenar este síndrome son movimientos de extensión forzados de la muñeca.
		Síndrome del túnel cubital	Originado por la flexión extrema del codo.

Los siguientes movimientos son considerados riesgosos cuando en el trabajo se tornan repetitivos.

a. Hombros y cintura escapular

- abducción o separación,
- antepulsión o elevación,
- retropulsión o atrasar,
- aducción o aproximación,
- rotación interna y
- rotación externa.

b. Columna cervical, dorsal y lumbar

- flexión,
- extensión,
- rotación derecha,
- rotación izquierda,
- lateralidad derecha y
- lateralidad izquierda.

c. Codos

- flexión,
- extensión,
- pronosupinación.

d. Muñecas

- flexión dorsal,
- flexión palmar,
- inclinación radial,
- inclinación cubital y
- pronosupinación.

e. Rodillas

- flexión y
- extensión.

f. Pie

- flexión,
- extensión,
- abducción,
- aducción,
- rotación interna y
- rotación externa.

6.7.4. Estudio de Tiempos basado en la Ergonomía

Los tiempos tomados o medidos de los operarios no pueden aplicarse tal cual en un proceso, estos deben ser corregidos teniendo en cuenta las condiciones de los puestos de trabajo. Esta corrección debe realizarse siguiendo unos criterios ergonómicos.

La O.I.T. (Organización Internacional del Trabajo) recomienda la utilización de la Tabla de la Personnel Administration Ltd (London) por su rigurosidad científica y su sencilla aplicación en los estudios de procesos. Sin embargo esta tabla en los suplementos por condiciones atmosféricas se basan en un concepto obsoleto del poder de enfriamiento y se quedan cortos en la predicción de los suplementos por descanso, así existe una desviación considerable de los suplementos de ILO de los niveles reales de estrés.

Un mejor enfoque se presenta en la guía más reciente desarrollada por NIOSH que utiliza la temperatura del Bulbo Húmedo TGBH y los consumos de energía en el trabajo, por lo que se combinara lo mejor de ambas técnicas y obtener el mejor resultado para nuestro estudio.

Se aclara que las columnas en los cuadros de suplementos variables por mala iluminación, uso de fuerza, monotonía, y tedio, se las han omitido debido a que esos valores dentro de las operaciones son despreciables.

Se mostrará la cantidad de tiempo necesario para realizar una junta de tubería de diferentes diámetros de acuerdo a la mayor producción en los talleres de Azul, siguiendo un método específico cuando se trabaja a un ritmo normal. Se ha utilizado datos recomendados por la General Electric para obtener el número de mediciones necesarios por ciclo de trabajo, (Ver Anexo 1).

6.7.4.1. Cálculos Constantes

- ***Gasto Energético o Consumo Metabólico***

Debido a la naturaleza del proceso se deben calcular dos valores de Consumo Metabólico, dentro de la profesión de soldadura se tienen divididos dos grandes

grupos de operaciones, el primero donde se preparan las tuberías y el segundo donde se realiza la junta.

Partiendo de la Fórmula

$$GE = MB + GE (\text{trabajo}) + GE (\text{calor})$$

Donde:

GE = Gasto Energético

MB = Metabolismo Basal

GE (trabajo) = Gasto Energético por tipo de profesión

GE (calor) = Gasto Energético en condiciones ambientales extremas

$$GE (\text{trabajo}) = GET$$

$$GET = UNE \dots EN 28996^{15} + \text{Método LEST}^{16}$$

$$GET = P + (k_1 + k_2 + k_3 + k_4)$$

Donde:

P = Consumo metabólico según la profesión

k₁ = Consumo metabólico por postura corporal

k₂ = Consumo metabólico por desplazamiento sin Carga

k₃ = Consumo metabólico por esfuerzos musculares sin carga

k₄ = Consumo metabólico por carga desplazada, levantada o subida

¹⁵ Normas sobre ergonomía: Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico. (ISO 8996:1990). <http://www.elergonomista.com/normasune.htm>

¹⁶ El método Lest fue desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence en 1978 y pretende la evaluación de las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>

- **Profesión (P₁)**

Utilizamos la tabla (**Ver Anexo 5**) de valor de consumo metabólico según profesión, en el primer grupo de operaciones utilizaremos el mínimo valor ya que no existe mayor esfuerzo en el trabajador.

Soldador = $75 \frac{W}{m^2}$; este valor incluye el Metabolismo basal.

$$CMP_1 = 75 \frac{W}{m^2}$$

- **Profesión (P₂)**

Utilizamos la tabla (**Ver Anexo 5**) de valor de consumo metabólico según profesión, en el segundo grupo de operaciones utilizaremos el máximo valor ya que existe un gran esfuerzo en el trabajador.

Soldador = $125 \frac{W}{m^2}$; este valor incluye el Metabolismo basal.

$$CMP_2 = 125 \frac{W}{m^2}$$

Se encuentra la superficie corporal (**S_c**) con valores promedios de estatura y peso de los trabajadores del taller mecánico del EPF proporcionados por el departamento médico de Azul.

$$S_c = 0.202 \times Pe^{0.425} \times T^{0.72}$$

Donde:

Pe = Peso (Kg)

T = Talla (m)

$$S_c = 0.202 \times 80^{0.425} \times 1.75^{0.72}$$

$$S_c = 0.202 \times 6.439 \times 1.496$$

$$S_c = 1.95m^2$$

Entonces,

$$P_1 = S_c \times \text{CMP}$$

$$P_1 = 1.95m^2 \times 75 \frac{W}{m^2}$$

$$P_1 = 146.25W$$

$$P_2 = S_c \times \text{CMP}$$

$$P_2 = 1.95m^2 \times 125 \frac{W}{m^2}$$

$$P_2 = 243.75W$$

Sabiendo que: $1 W = 0,861 \text{ kCal/h}$

$$P_1 = \frac{146.25W \times 0.861 \frac{\text{Kcal}}{h}}{1 W}$$

$$P_1 = 125.92 \frac{\text{Kcal}}{h}$$

$$P_2 = \frac{243.75W \times 0.861 \frac{\text{Kcal}}{h}}{1 W}$$

$$P_2 = 209.87 \frac{\text{Kcal}}{h}$$

- **Postura Corporal (k_1)**

Utilizamos la tabla (**Ver Anexo 6**) Gasto energético por la posición del cuerpo, independientemente del desplazamiento. Se dividen los coeficientes para los dos grupos de operaciones.

Para la preparación de la tubería se utilizará el coeficiente de pie normal; y para la soldadura debido a las difíciles posiciones que se adoptan se utilizará el coeficiente de pie - fuertemente curvado.

Donde:

$$k_{1-1} = 0.16 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}}$$

$$k_{1-2} = 0.40 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}}$$

Transformación de unidades a $\frac{\text{Kcal}}{h}$

$$k_{1-1} = 0.16 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \times \frac{60\text{min}}{1 h}$$

$$k_{1-1} = 9.6 \frac{Kcal}{h}$$

$$k_{1-2} = 0.40 \frac{Kcal}{min} \times \frac{60min}{1h}$$

$$k_{1-2} = 24 \frac{Kcal}{h}$$

- **Desplazamiento sin carga (k_2)**

Utilizamos la tabla (**Ver Anexo 7**) Gasto energético por desplazamiento sin carga. En el primer grupo de operaciones este coeficiente es despreciable ya que no existe mayor desplazamiento en ningún sentido, sin embargo en el segundo grupo de operaciones el desplazamiento horizontal y vertical es despreciable, pero el agacharse repetidamente y mantenerse en esa posición para alcanzar partes bajas de la tubería tienen el siguiente consumo.

*Consumo metabólico diario = Desplazamientos (en metros diarios) x
(minutos diarios) x K_2*

$$k_{2-1} = 0 \frac{Kcal}{h}$$

$$k_{2-2} = 0.20 \frac{Kcal}{min.m} \times 1m \times \frac{60min}{1h}$$

$$k_{2-2} = 12 \frac{Kcal}{h}$$

- **Esfuerzos musculares sin carga (k_3)**

Utilizamos la tabla (**Ver Anexo 8**) Gasto energético por esfuerzos de los músculos activos en diferentes sectores corporales, aquí en ambos grupos se utilizan los dos brazos de manera media, y las piernas de manera ligera:

$$k_3 = \left(2.20 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}} + 0.70 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \right) \times \frac{60 \text{min}}{1 \text{h}}$$

$$k_3 = 174 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- **Esfuerzos carga levantada, desplazada o subida (k_4)**

En el primer grupo de operaciones se maneja carga suspendida pero por un periodo de tiempo despreciable y en el segundo grupo de operaciones no se maneja carga de manera directa, es decir la carga está suspendida sobre apoyos mecánicos, por lo que:

$$k_4 = 0 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Entonces:

$$GET_1 = P_1 + (k_{1-1} + k_{2-1} + k_3 + k_4)$$

$$GET_1 = 125.92 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 9.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 0 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 174 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 0 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$GET_1 = 309.52 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$GET_2 = P_2 + (k_{1-2} + k_{2-2} + k_3 + k_4)$$

$$GET_2 = 209.87 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 24 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 12 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 174 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 0 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$GET_2 = 419.87 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- **Suplementos Por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

Ya que es un ambiente interior con carga solar se utiliza la formula:

$$TGBH = 0.7(BH) + 0.2(TG) + 0.1(BS)$$

Donde:

TGBH = índice de temperatura de globo-bulbo húmedo

BH = Temperatura natural de bulbo húmedo

BS = Temperatura de bulbo seco

TG = Temperatura del termómetro de globo

Tomando en cuenta que en el instrumento utilizado:

Ta = temperatura del aire;

Tbs = Temperatura Bulbo Seco (BS);

Ts = Sensación Térmica o temperatura radiante o de globo (TG);

Tbh = Temperatura de Bulbo Humedo (BH);

Los datos obtenidos mediante 10 mediciones en diferente fecha en el taller mecánico son los siguientes:

N°	BH	BS	TG
1	25	30.4	31.2
2	25.2	30.9	31.4
3	25.7	33.1	33.1
4	25.3	31.3	31.8
5	25.2	31.8	32.1
6	25.4	32.5	32.6
7	25	30.5	31.2
8	25.2	30.9	31.4
9	25.1	31.4	31.8
10	25.1	31.9	32.2

*Tabla 6.1: Mediciones Temperaturas
Fuente: Taller Azulec – Investigador*

Entonces se reemplaza la medición del 1 al 10 en:

$$TGBH = 0.7(BH) + 0.2(TG) + 0.1(BS)$$

- $TGBH_1 = 0.7(25^\circ C) + 0.2(31.2^\circ C) + 0.1(30.4^\circ C)$
 $TGBH_1 = 26.8^\circ C.$
- $TGBH_2 = 0.7(25.2^\circ C) + 0.2(31.4^\circ C) + 0.1(30.9^\circ C)$
 $TGBH_2 = 27^\circ C.$
- $TGBH_3 = 0.7(25.7^\circ C) + 0.2(33.1^\circ C) + 0.1(33.1^\circ C)$
 $TGBH_3 = 27.9^\circ C.$

El proceso se repite hasta la medición 10.

- $TGBH_{10} = 0.7(25.1^\circ C) + 0.2(32.2^\circ C) + 0.1(31.9^\circ C)$
 $TGBH_{10} = 27.2^\circ C.$

Obteniendo la siguiente tabla:

N°	BH	BS	TG	TGBH
1	25	30.4	31.2	26.8
2	25.2	30.9	31.4	27.0
3	25.7	33.1	33.1	27.9
4	25.3	31.3	31.8	27.2
5	25.2	31.8	32.1	27.2
6	25.4	32.5	32.6	27.6
7	25	30.5	31.2	26.8
8	25.2	30.9	31.4	27.0
9	25.1	31.4	31.8	27.1
10	25.1	31.9	32.2	27.2
PROMEDIO				27.2

Tabla 6.2: TGBH calculados
Fuente: Taller Azulec – Investigador

Por lo que se obtiene como resultado: **$TGBH = 27.2^\circ C$**

Utilizando el cuadro (Ver Anexo 4), y sabiendo que nuestros trabajadores son aclimatados se realiza la siguiente grafica para determinar el tiempo de descanso óptimo con las condiciones ambientales y laborales determinadas anteriormente, para los dos grupos de operaciones.

Grupo de Operaciones Previo a la Soldadura

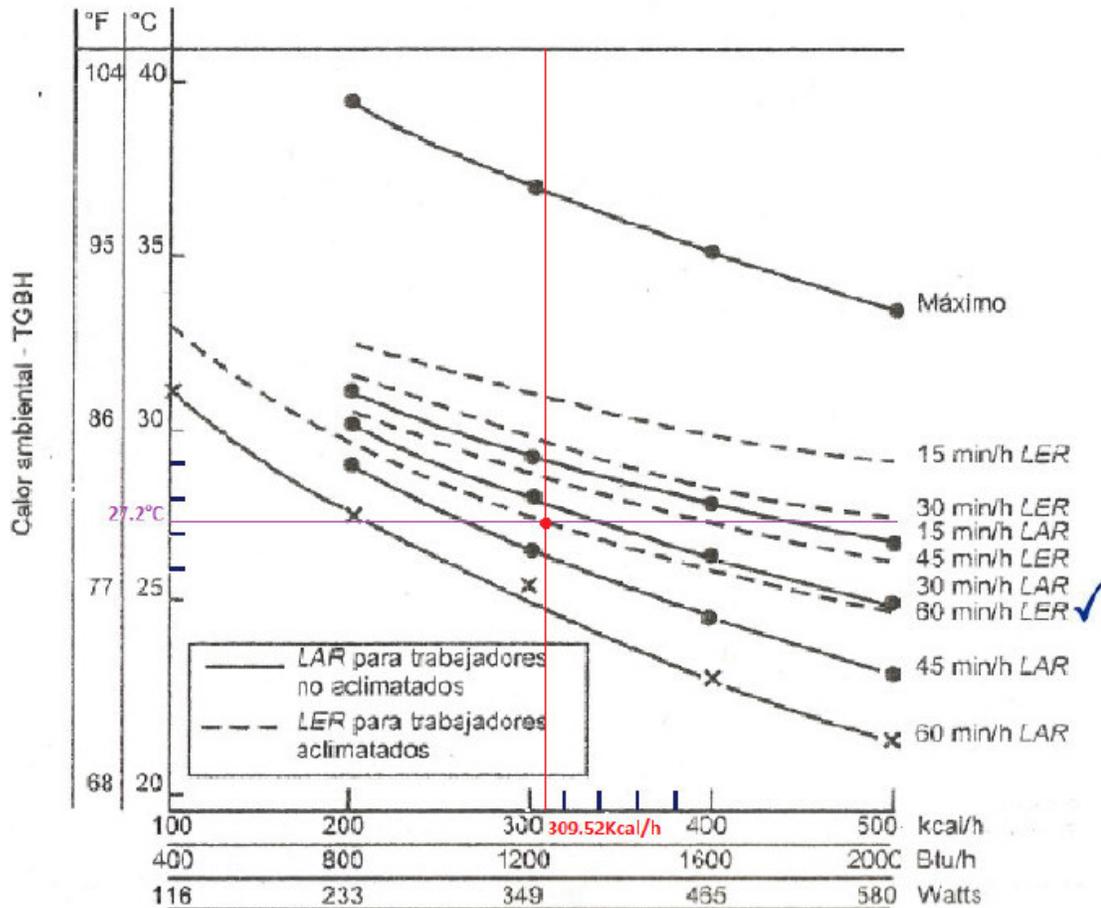


Gráfico 6.1: Tiempo Trabajo – Descanso I
Fuente: Niveles de estrés por calor - Tomado de NIOSH

De acuerdo a la tabla de *Niveles de estrés por calor, recomendados según calor metabólico (promedio ponderado de tiempo 1h), ciclo para aclimatarse, trabajo/descanso.* (Tomado de NIOSH: 1986), y sabiendo que en la grafica

TGBH=1h tiempo promedio ponderado.

LAR=límite de alerta recomendado para trabajadores no aclimatados.

LER=límite de exposición recomendado para trabajadores aclimatados.

Se determina que los trabajadores del taller mecánico de Azul pueden trabajar con las condiciones atmosféricas y laborales determinadas los 60 minutos sin necesidad de darse un descanso por este suplemento.

Grupo de Operaciones en la Soldadura

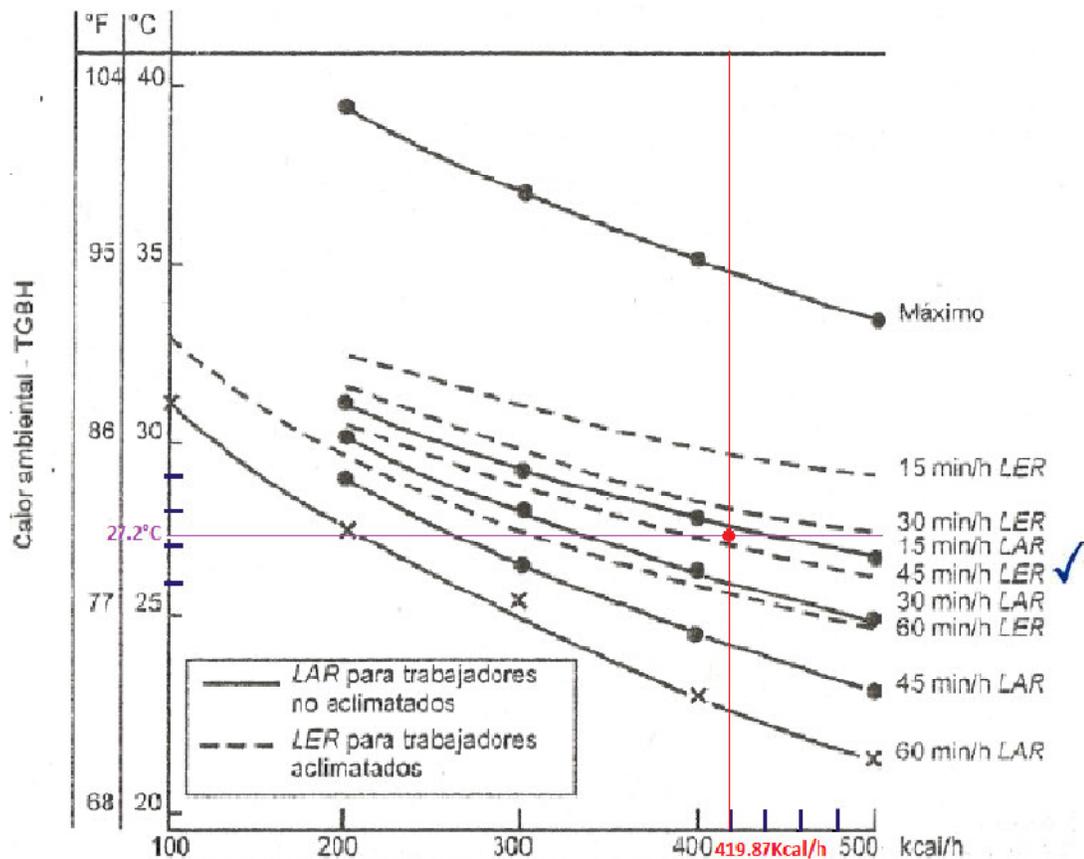


Gráfico 6.2: Tiempo Trabajo – Descanso 2

Fuente: Niveles de estrés por calor - Tomado de NIOSH

De acuerdo a la tabla de *Niveles de estrés por calor, recomendados según calor metabólico (promedio ponderado de tiempo 1h), ciclo para aclimatarse, trabajo/descanso. (Tomado de NIOSH: 1986)*, y sabiendo que en la grafica

TGBH=1h tiempo promedio ponderado.

LAR=límite de alerta recomendado para trabajadores no aclimatados.

LER=límite de exposición recomendado para trabajadores aclimatados.

Se determina que por cada hora laboral, los trabajadores deben tener su tiempo distribuido de la siguiente manera: 45 minutos de trabajo y 15 minutos de descanso; sabiendo que nuestro tiempo de producción es variable, se tomara en cuenta la proporción del tiempo trabajo/descanso determinado porcentualmente, para distribuirlo de la mejor manera sin que afecte al trabajador o la producción dentro del ciclo de trabajo.

6.7.4.2. Análisis de los Procesos

Para los tiempos de las operaciones e inspecciones de los Cursogramas sinópticos ACTUALES se ha tomado como referencia la base de datos de la Corporación Azul, en cuanto a rendimientos y procedimientos previamente establecidos, además de corroborar los valores con los coordinadores Mecánicos y Control de Proyectos.

En la PROPUESTA se ha decidió dividir el proceso en dos partes fundamentales para mejor cálculo, distribución y control de tiempos de descanso; el primer conjunto de operaciones se da antes de empezar netamente la soldadura, y el segundo al terminar la misma, como se podrá observar a continuación, esta división se debe tanto a un mejor control como a que dentro del conjunto de operaciones que refieren netamente soldadura no se las puede dividir por la naturaleza del proceso mismo.

1. Soldadura SMAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 40.

- Diámetro: 6plg
- Cedula: 40
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: SMAW (Electrodo Recubierto)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 1/8" E-7018.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 5/32" E-7018

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno con un electrodo de 5/32" E-7018.

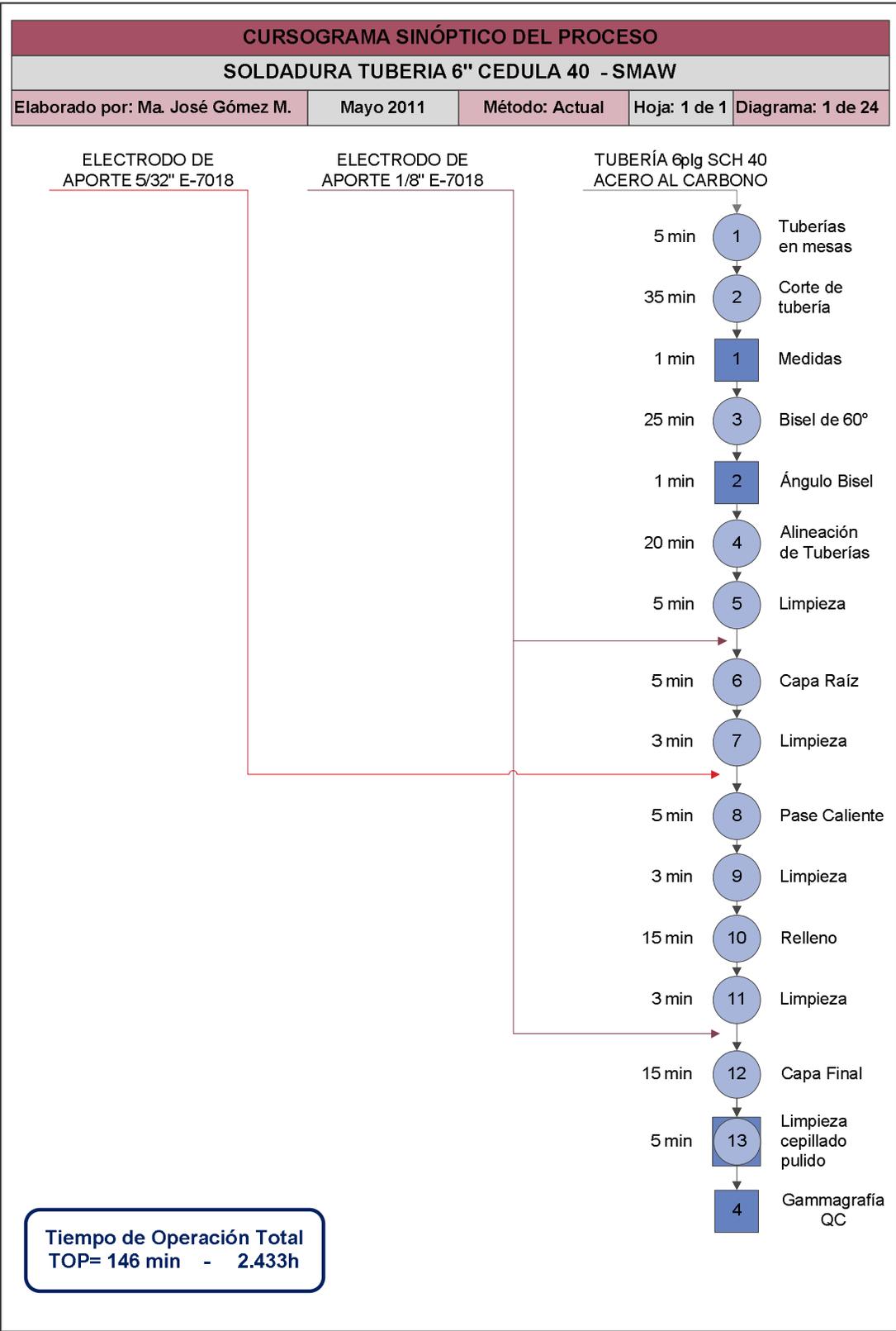
Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura de la capa final con un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 13: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 40	DIAMETRO: 6 plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	SMAW	Cuadro: 1 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 1/8" E-7018.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 5/32" E-7018	
K	Limpieza	
L	Capa relleno - 5/32" E-7018	
M	Limpieza	
N	Capa final 1/8" E-7018.	
O	Limpieza final cepillado y pulido	
P	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN						HOJA:		1 de 1						
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO						CUADRO:		2 de 24						
CEDULA:		40		DIAMETRO:		6"		FECHA:		may-11				
SOLDADURA:			SMAW			OBSERVADO POR:				Ma. José Gómez Moreno				
POSICIONES:			TODAS											
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	5.5	4.8	5.2								15.5	5.17	1	5.17
B	33	30	35								98	32.7	1	32.67
C	0.8	1.5	1								3.3	1.1	1	1.10
D	26	26.5	23.5								76	25.3	1	25.33
E	1	1.2	1.5								3.7	1.23	1	1.23
F	18	24	24.5								66.5	22.2	1	22.17
G	5.5	5	5								15.5	5.17	1	5.17
											T. Basico Ciclo 1		92.83	
											TM1		92.83	
H	5.8	4.8	5.5								16.1	5.37	1	5.37
I	2.2	2.5	2.5								7.2	2.4	1	2.40
J	5.2	5.5	5.5								16.2	5.4	1	5.40
K	2	2.2	2.2								6.4	2.13	1	2.13
L	16	15.8	15.2								47	15.7	1	15.67
M	3.2	3	3								9.2	3.07	1	3.07
N	15	15.2	15.5								45.7	15.2	1	15.23
O	5.5	5.2	5.2								15.9	5.3	1	5.30
											T. Basico Ciclo 2		54.57	
											TM2		54.57	
Nota:														
T: Tiempo Promedio				Fd: Factor de Desempeño				TM:Tiempo Manual				TN:Tiempo Normal		

Cálculo de Suplementos por Descanso de Acuerdo a las Actividades Realizadas

- *Suplementos Variables (TSV)*

Utilizando como base Anexo 2 referido a la tabla de suplementos dado por la O.I.T.

VALORACION DE SUPLEMENTOS VARIABLES													
SMAW TUBERIA 6" SCH40													
Elaborado por: Ma. José Gómez Moreno				Fecha: May-11				Tabla: 1 de 12					
OPERACIÓN	E	min	SUPLEMENTOS VARIABLES										SUB-TOTAL (min)
	ELEMENTO	Tiempo sin Suplemento	Por trabajar de pie		Por postura anormal		Concentración Intensa		Ruido		Tension Mental		
			%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	
Tuberías en mesas	A	5.17	2.0	0.10	-	0.00	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.21
Corte de tubería	B	32.67	2.0	0.65	-	0.00	-	0.00	2.0	0.65	-	0.00	1.31
Medidas	C	1.10	2.0	0.02	-	0.00	-	0.00	2.0	0.02	-	0.00	0.04
Bisel de 60°	D	25.33	2.0	0.51	2.0	0.51	-	0.00	2.0	0.51	-	0.00	1.52
Ángulo Bisel	E	1.23	2.0	0.02	-	0.00	-	0.00	2.0	0.02	-	0.00	0.05
Alineación de Tuberías	F	22.17	2.0	0.44	-	0.00	2.0	0.44	2.0	0.44	4.0	0.89	2.22
Limpieza	G	5.17	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.31
Total TM1		92.83											
Tiempo Suplementos Variables 1 (TSV1)												5.65	
Capa Raíz	H	5.37	2.0	0.11	4.5	0.24	3.5	0.19	2.0	0.11	4.0	0.21	0.86
Limpieza	I	2.40	2.0	0.05	2.0	0.05	-	0.00	2.0	0.05	-	0.00	0.14
Pase Caliente	J	5.40	2.0	0.11	4.5	0.24	3.5	0.19	2.0	0.11	4.0	0.22	0.86
Limpieza	K	2.13	2.0	0.04	2.0	0.04	-	0.00	2.0	0.04	-	0.00	0.13
Relleno	L	15.67	2.0	0.31	4.5	0.71	3.5	0.55	2.0	0.31	4.0	0.63	2.51
Limpieza	M	3.07	2.0	0.06	2.0	0.06	-	0.00	2.0	0.06	-	0.00	0.18
Capa Final	N	15.23	2.0	0.30	4.5	0.69	3.5	0.53	2.0	0.30	4.0	0.61	2.44
Limpieza cepillado pulido	O	5.30	2.0	0.11	2.0	0.11	-	0.00	2.0	0.11	-	0.00	0.32
Total TM2		54.57											
Tiempo Suplementos Variables 2 (TSV2)												7.44	

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM}{100\%}$$

Donde:

I_{SNP} = Índice suplementos por necesidades personales

I_{SBF} = Índice suplementos en base a fatiga

TM = Tiempo manual

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 92.83_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 54.57_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{835.47\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{491.13\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 8.35min$$

$$TSC_2 = 4.91min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

Sabiendo que en el primer grupo de operaciones no tenemos suplementos por condiciones atmosféricas, y que en el segundo grupo de trabajo una hora laboral se trabaja 45min y se descansa 15min.

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{54.57_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 13.64min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1 \qquad TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_1 = 5.65min + 8.35min + 0 \qquad TTS_2 = 7.44min + 4.91min + 13.64min$$

$$TTS_1 = 14min \qquad TTS_2 = 25.99min$$

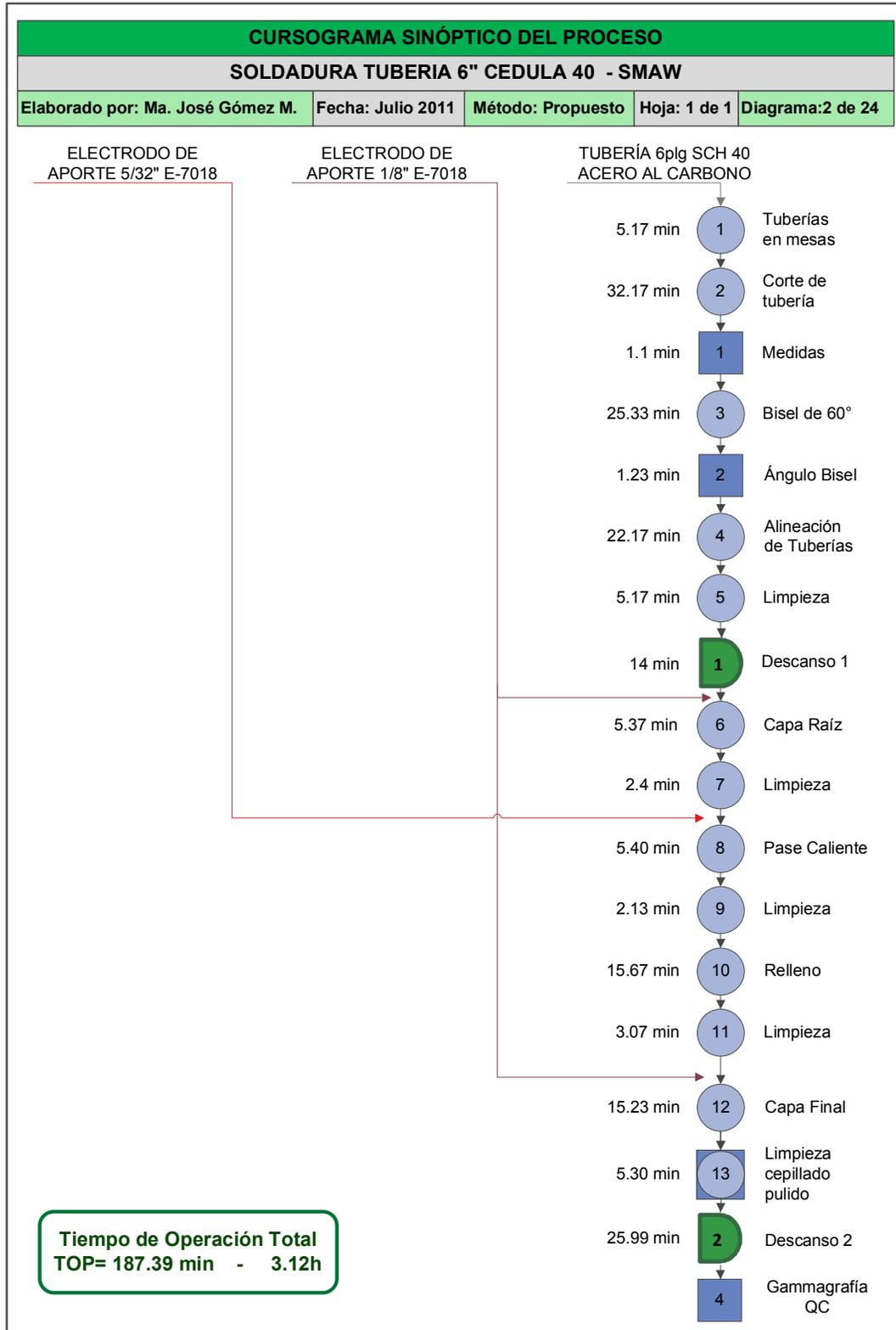
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	92.83	14	106.83	15.08%
	H - O	54.57	25.99	80.56	47.63%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			187.39	21.34%
PROPUESTO	A - G	92.83	15	107.83	16.16%
	H - O	54.57	25	79.57	45.81%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			187.4	21.34%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



2. Soldadura GTAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 40

- Diámetro: 6plg
- Cedula: 40
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: GTAW (Gas Inerte)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno y capa final con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 11: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.

CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO

SOLDADURA TUBERIA 6" CEDULA 40 - GTAW

Elaborado por: Ma. José Gómez M.

Mayo 2011

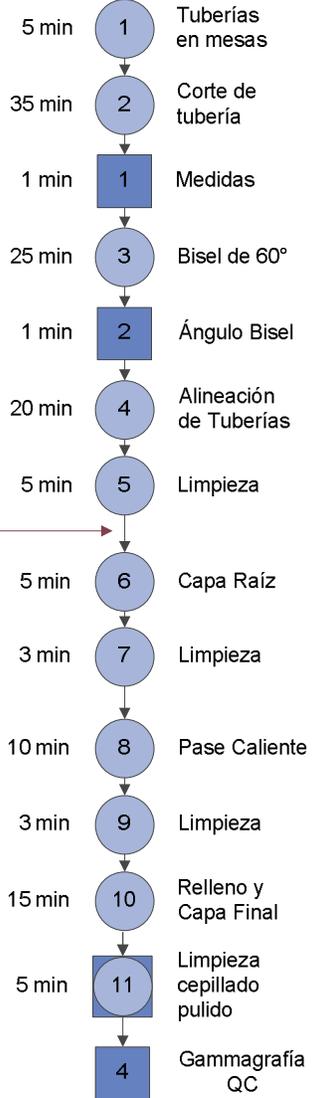
Método: Actual

Hoja: 1 de 1

Diagrama: 3 de 24

ELECTRODO DE APORTE
3/32" ER-70S-6

TUBERÍA 6plg SCH 40
ACERO AL CARBONO



Tiempo de Operación Total
TOP= 133 min - 2.2h

B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 40	DIAMETRO: 6 plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	GTAW	Cuadro: 3 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 3/32" ER-70S-6.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 3/32" ER-70S-6.	
K	Limpieza	
L	Capa relleno y Capa Final - 3/32" ER-70S-6.	
M	Limpieza final cepillado y pulido	
N	Inspección y QC del Pulido realizado	

- *Suplementos Constantes (TSC)*

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 88.53_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 40.97_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{796.77\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{368.73\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 7.97min$$

$$TSC_2 = 3.69min$$

- *Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)*

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{40.97_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 10.24min$$

- *Cálculo Final de Suplementos (TTS)*

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 5.41min + 7.97min + 0min$$

$$TTS_1 = 13.38min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 5.58min + 3.69min + 10.24min$$

$$TTS_2 = 19.51min$$

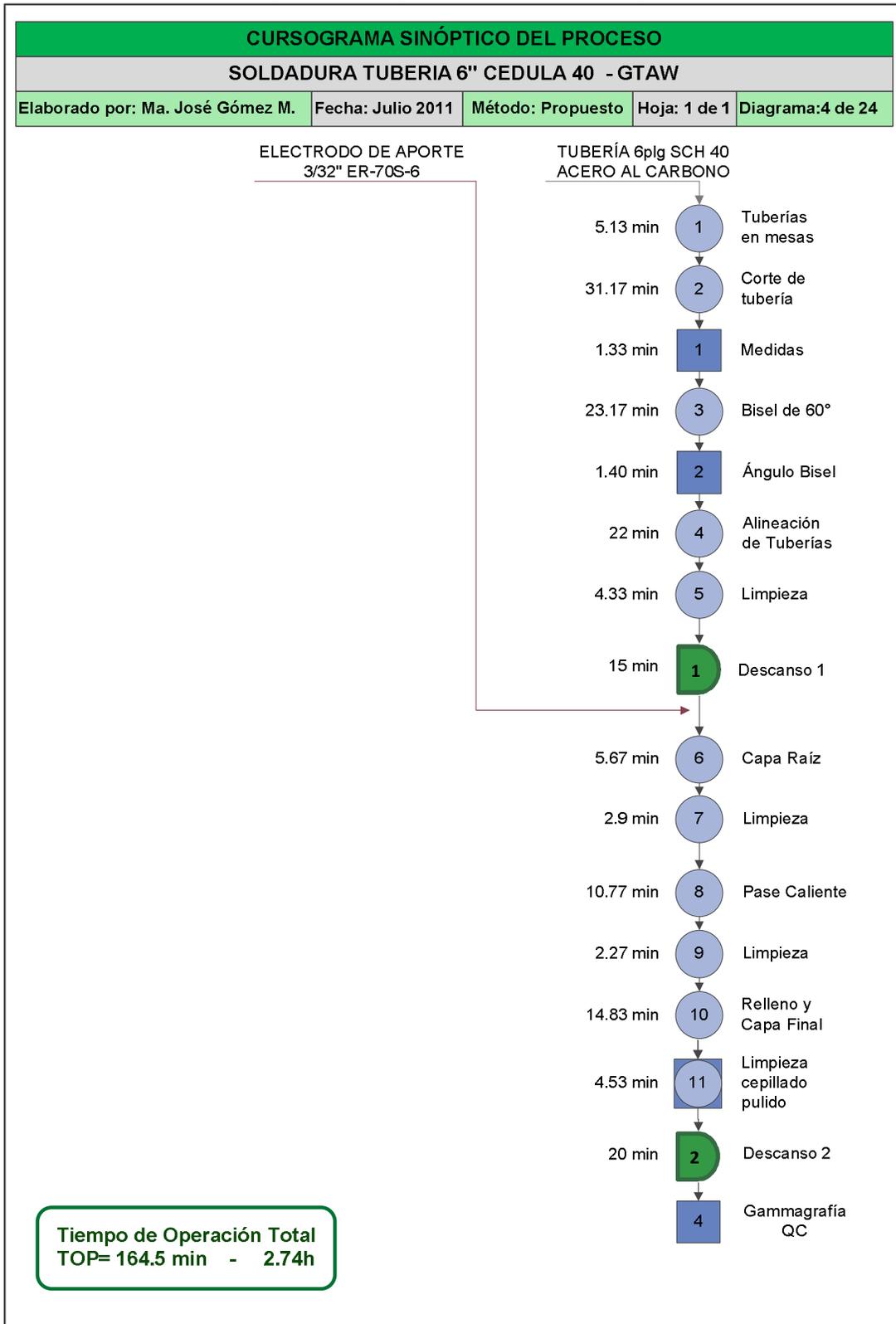
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	88.53	13.38	101.91	15.11%
	H - M	40.97	19.51	60.48	47.62%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			162.39	20.25%
PROPUESTO	A - G	88.53	15	103.53	16.94%
	H - M	40.97	20	60.97	48.82%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			164.5	21.28%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



3. Soldadura SMAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 80

- Diámetro: 6plg
- Cedula: 80
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: SMAW (Electrodo Recubierto)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 1/8" E-7018.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 5/32" E-7018

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno con un electrodo de 5/32" E-7018.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno con un electrodo 1/8" E-7018..

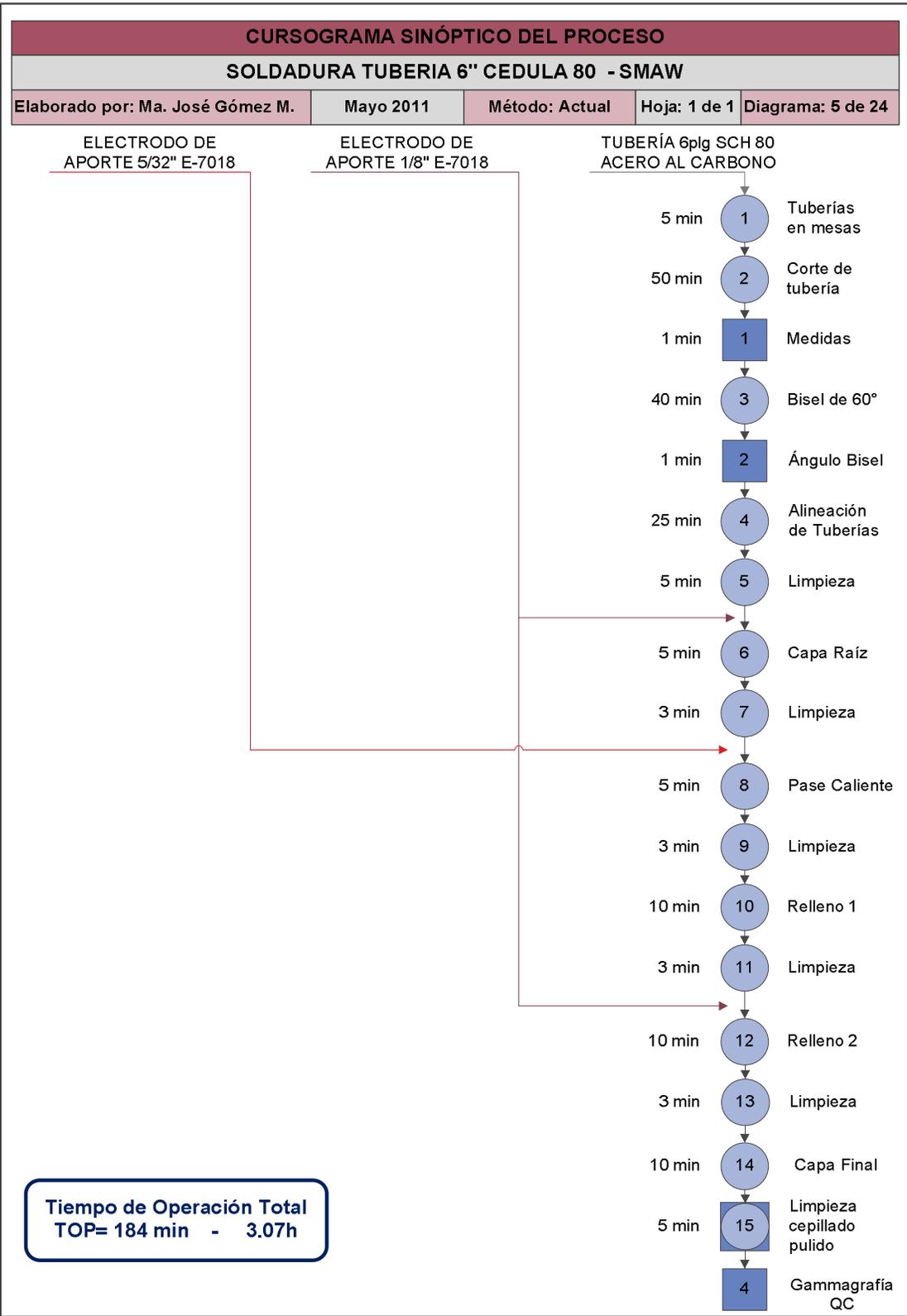
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 80	DIAMETRO: 6 plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	SMAW	Cuadro: 5 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 1/8" E-7018.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 5/32" E-7018	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 5/32" E-7018	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 1/8" E-7018.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 1/8" E-7018.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		6 de 24		
CEDULA:		80		DIAMETRO:		6"		FECHA:		may-11				
SOLDADURA:					SMAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	4.5	5.2	5								14.7	4.9	1	4.90
B	48.5	48.3	59.5								156.3	52.1	1	52.10
C	1.3	1.5	0.8								3.6	1.2	1	1.20
D	38.5	39	39.2								116.7	38.9	1	38.90
E	0.9	1.1	1.5								3.5	1.17	1	1.17
F	25.5	26.5	24.5								76.5	25.5	1	25.50
G	4.8	5.2	5.5								15.5	5.17	1	5.17
											T. Basico Ciclo 1		128.93	
											TM1		128.93	
H	5.5	5.4	5.5								16.4	5.47	1	5.47
I	3.2	3.2	3.5								9.9	3.3	1	3.30
J	6.5	5.2	4.8								16.5	5.5	1	5.50
K	2.2	3.4	2.8								8.4	2.8	1	2.80
L	9.5	10.5	10.8								30.8	10.3	1	10.27
M	2.5	2.2	2.8								7.5	2.5	1	2.50
N	10.5	10.4	10.2								31.1	10.4	1	10.37
O	3.2	3.5	2.8								9.5	3.17	1	3.17
P	10.2	10.5	9.8								30.5	10.2	1	10.17
Q	5.5	5.7	5.2								16.4	5.47	1	5.47
											T. Basico Ciclo 2		59.00	
											TM2		59.00	
Nota:														
T: Tiempo Promedio					Fd: Factor de Desempeño					TM:Tiempo Manual			TN:Tiempo Normal	

Cálculo de Suplementos por Descanso de Acuerdo a las Actividades Realizadas

- *Suplementos Variables (TSV)*

Utilizando como base Anexo 2 referido a la tabla de suplementos dado por la O.I.T.

VALORACION DE SUPLEMENTOS VARIABLES															
SMAW TUBERIA 6" SCH80															
Elaborado por: Ma. José Gómez Moreno				Fecha: May-11				Tabla: 3 de 12							
OPERACIÓN	E	min	SUPLEMENTOS VARIABLES										SUB-TOTAL (min)		
			ELEMENTO	Tiempo sin Suplemento	Por trabajar de pie		Por postura anormal		Concentración Intensa		Ruido			Tension Mental	
					%	t	%	t	%	t	%	t		%	t
Tuberías en mesas	A	4.9	2.0	0.10	-	0.00	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.20		
Corte de tubería	B	52.1	2.0	1.04	-	0.00	-	0.00	2.0	1.04	-	0.00	2.08		
Medidas	C	1.2	2.0	0.02	-	0.00	-	0.00	2.0	0.02	-	0.00	0.05		
Bisel de 60°	D	38.9	2.0	0.78	2.0	0.78	-	0.00	2.0	0.78	-	0.00	2.33		
Ángulo Bisel	E	1.2	2.0	0.02	-	0.00	-	0.00	2.0	0.02	-	0.00	0.05		
Alineación de Tuberías	F	25.5	2.0	0.51	-	0.00	2.0	0.51	2.0	0.51	4.0	1.02	2.55		
Limpieza	G	5.2	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.31		
Total TM1		128.93													
Tiempo Suplementos Variables 1 (TSV1)												7.57			
Capa Raíz	H	5.5	2.0	0.11	4.5	0.25	3.5	0.19	2.0	0.11	4.0	0.22	0.87		
Limpieza	I	3.3	2.0	0.07	2.0	0.07	-	0.00	2.0	0.07	-	0.00	0.20		
Pase Caliente	J	5.5	2.0	0.11	4.5	0.25	3.5	0.19	2.0	0.11	4.0	0.22	0.88		
Limpieza	K	2.8	2.0	0.06	2.0	0.06	-	0.00	2.0	0.06	-	0.00	0.17		
Relleno 1	L	10.3	2.0	0.21	4.5	0.46	3.5	0.36	2.0	0.21	4.0	0.41	1.64		
Limpieza	M	2.5	2.0	0.05	2.0	0.05	-	0.00	2.0	0.05	-	0.00	0.15		
Relleno 2	N	10.4	2.0	0.21	4.5	0.47	3.5	0.36	2.0	0.21	4.0	0.41	1.66		
Limpieza	O	3.2	2.0	0.06	2.0	0.06	-	0.00	2.0	0.06	-	0.00	0.19		
Capa Final	P	10.2	2.0	0.20	4.5	0.46	3.5	0.36	2.0	0.20	4.0	0.41	1.63		
Limpieza cepillado pulido	Q	5.5	2.0	0.11	2.0	0.11	-	0.00	2.0	0.11	-	0.00	0.33		
Total TM2		59.00													
Tiempo Suplementos Variables 2 (TSV2)												7.72			

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 128.93_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 59.0_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1160.37\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{531\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 11.60min$$

$$TSC_2 = 5.31min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{59_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 14.75min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 7.57min + 11.6min + 0min$$

$$TTS_1 = 19.17min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 7.72min + 5.31min + 14.75min$$

$$TTS_2 = 27.78min$$

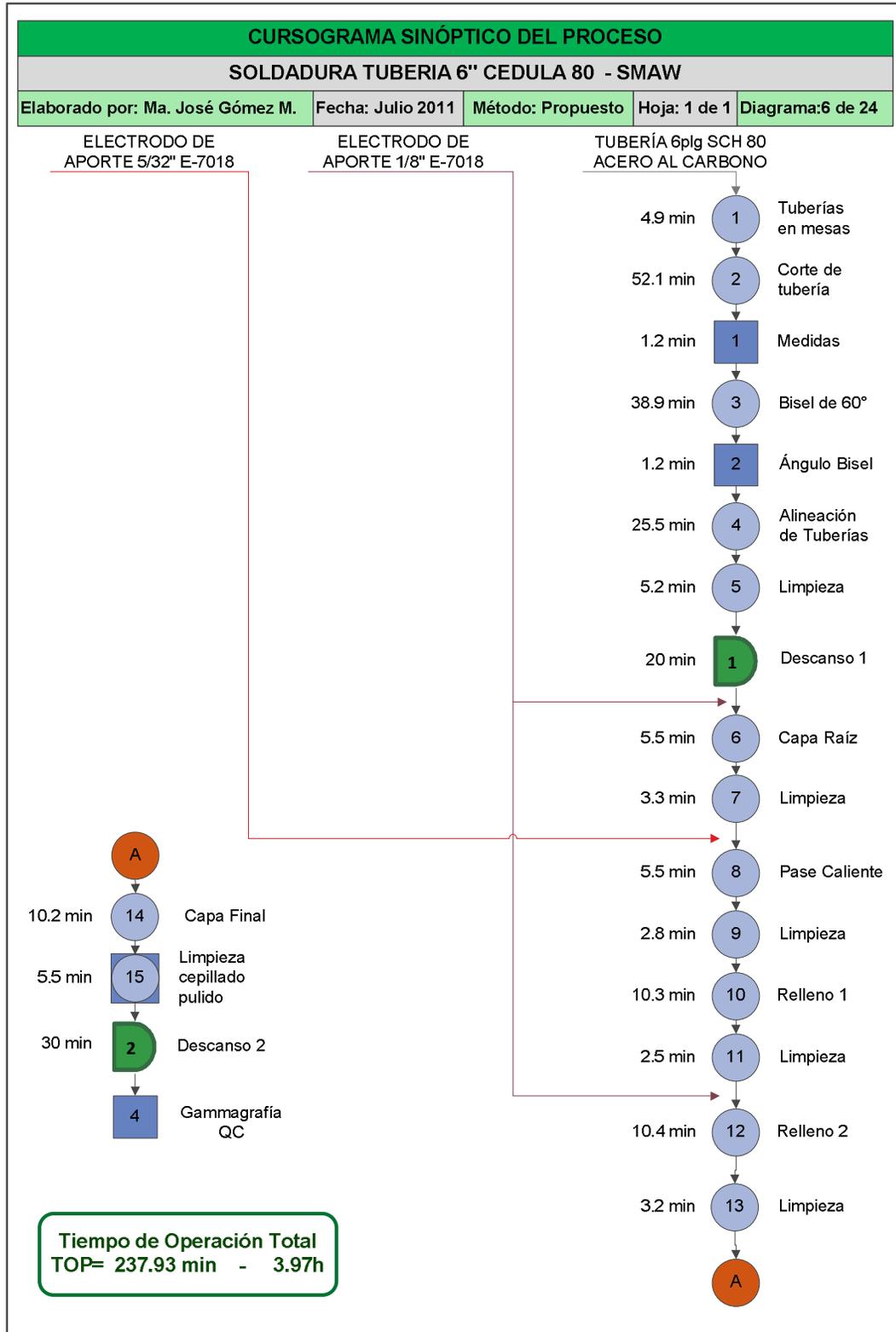
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	128.93	19.17	148.1	14.87%
	H - Q	59	27.78	86.78	47.08%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			234.88	19.99%
PROPUESTO	A - G	128.93	20	148.93	15.51%
	H - Q	59	30	89	50.85%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			237.93	21.01%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



4. Soldadura GTAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 80

- Diámetro: 6plg
- Cedula: 80
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: GTAW (Gas Inerte)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 3/32" ER-70S-6

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

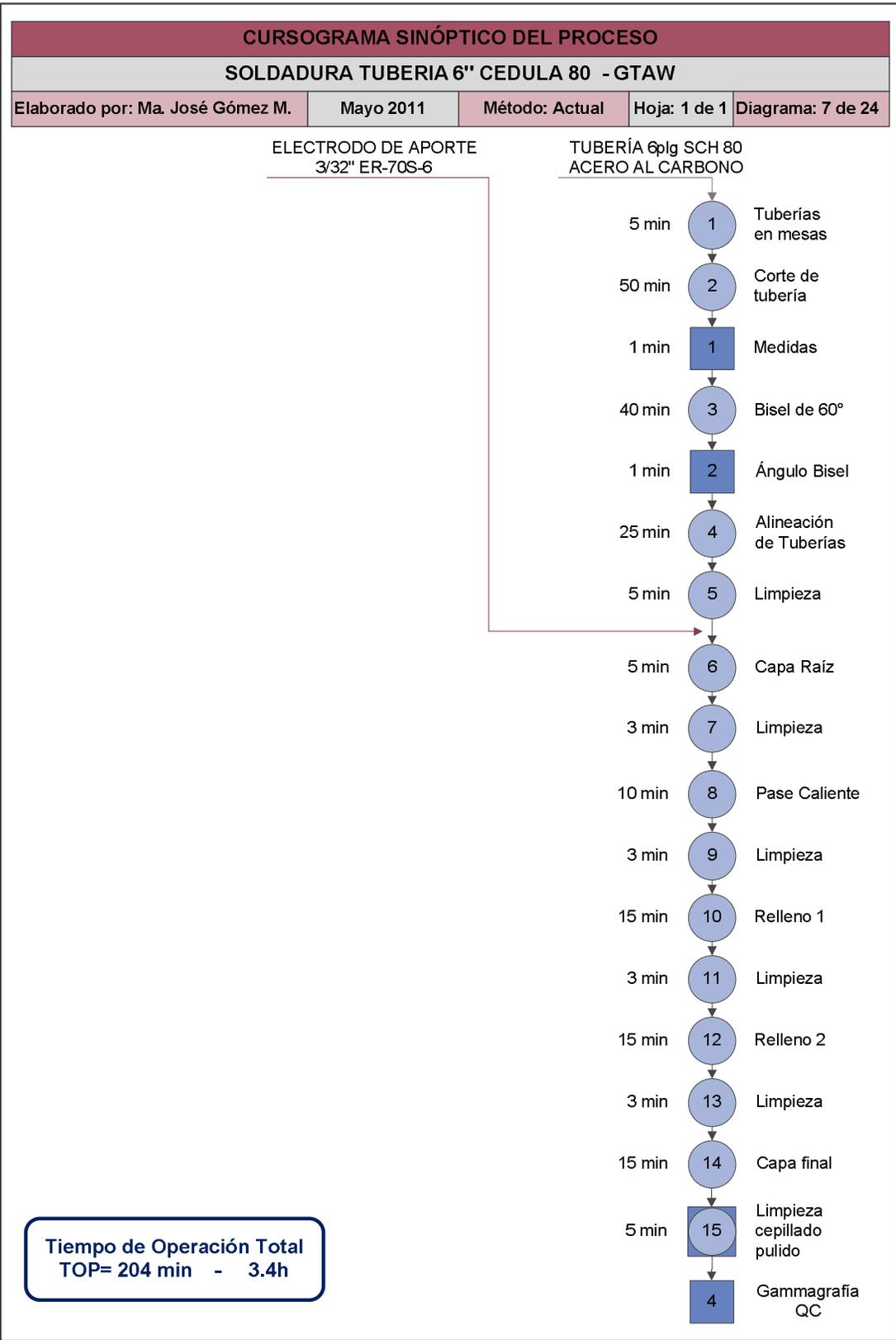
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 80	DIAMETRO: 6 plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	GTAW	Cuadro: 7 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 3/32" ER-70S-6.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 3/32" ER-70S-6.	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 3/32" ER-70S-6.	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 3/32" ER-70S-6.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 3/32" ER-70S-6.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		8 de 24		
CEDULA:		80		DIAMETRO:		6"		FECHA:		may-11				
SOLDADURA:					GTAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	5.5	5.2	5.8								16.5	5.5	1	5.50
B	52.5	52.8	53.5								158.8	52.9	1	52.93
C	1.4	0.9	1.2								3.5	1.17	1	1.17
D	42.5	42.5	46								131	43.7	1	43.67
E	0.8	0.9	0.9								2.6	0.87	1	0.87
F	23.8	22.5	23.2								69.5	23.2	1	23.17
G	5.5	5.3	5.4								16.2	5.4	1	5.40
											T. Basico Ciclo 1		132.70	
											TM1		132.70	
H	5.6	5.8	5.7								17.1	5.7	1	5.70
I	3.2	3.4	3.1								9.7	3.23	1	3.23
J	11.2	10.8	10.5								32.5	10.8	1	10.83
K	2.8	2.5	2.9								8.2	2.73	1	2.73
L	16.4	15.5	15.3								47.2	15.7	1	15.73
M	3.2	2.5	2.8								8.5	2.83	1	2.83
N	14.7	14.2	14.6								43.5	14.5	1	14.50
O	2.4	2.7	2.6								7.7	2.57	1	2.57
P	16.4	16.1	15.8								48.3	16.1	1	16.10
Q	5.4	5.8	5.2								16.4	5.47	1	5.47
											T. Basico Ciclo 2		79.70	
											TM2		79.70	
Nota:														
T: Tiempo Promedio				Fd: Factor de Desempeño				TM:Tiempo Manual				TN:Tiempo Normal		

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 132.7_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 79.7_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1194.3\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{717.3\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 11.94min$$

$$TSC_2 = 7.17min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{79.7_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 19.92min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 7.68min + 11.94min + 0min$$

$$TTS_1 = 19.62min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 11.07min + 7.17min + 19.92min$$

$$TTS_2 = 38.17min$$

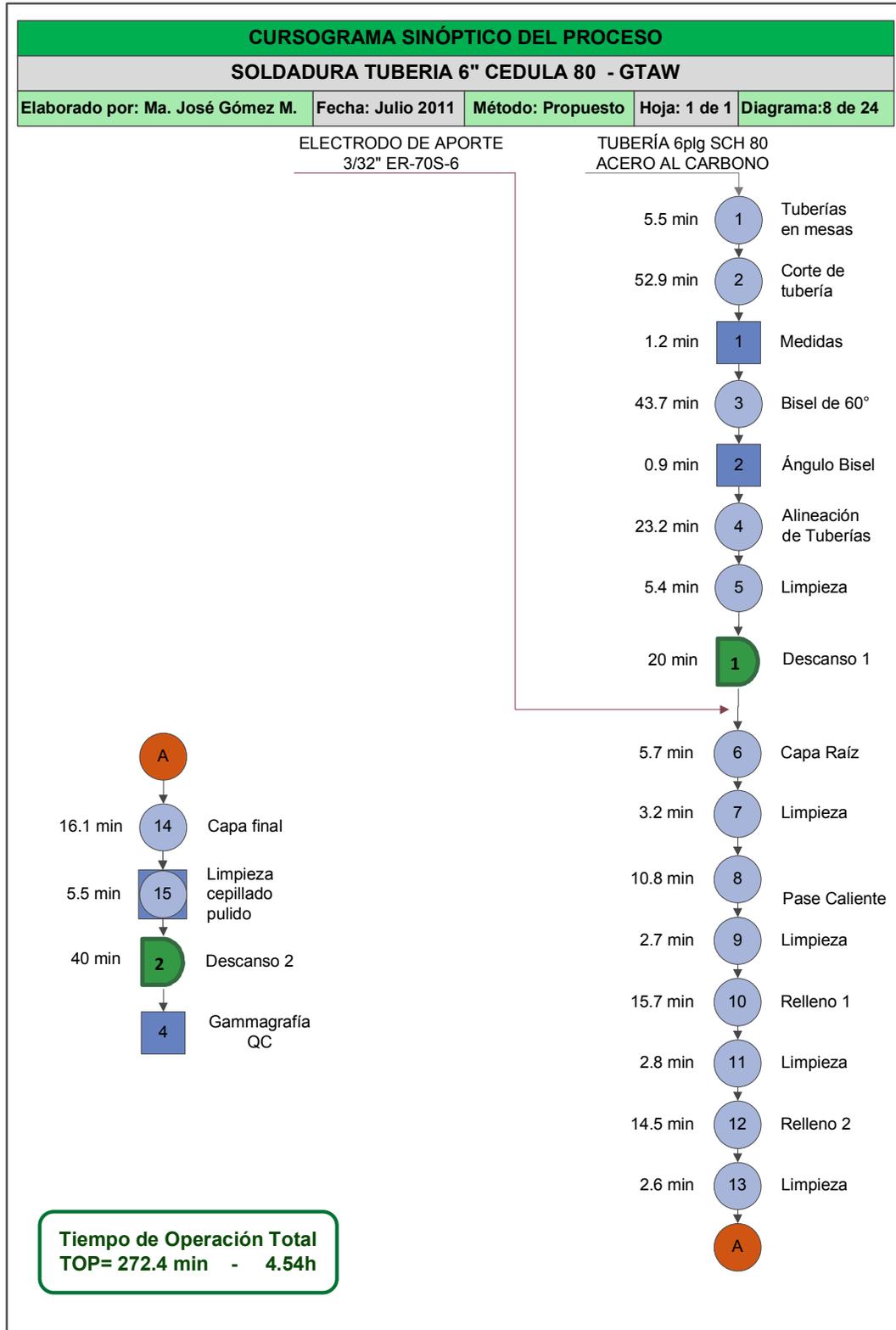
Tiempo Propuesto por Operación - Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	132.7	19.62	152.32	14.79%
	H - Q	79.7	38.17	117.87	47.89%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			270.19	21.39%
PROPUESTO	A - G	132.7	20	152.7	15.07%
	H - Q	79.7	40	119.7	50.19%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			272.4	22.03%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



5. Soldadura SMAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 40

- Diámetro: 12plg
- Cedula: 40
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: SMAW (Electrodo Revestido)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 5/32" E-7018

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 5/32" E-7018.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 1/8" E-7018.

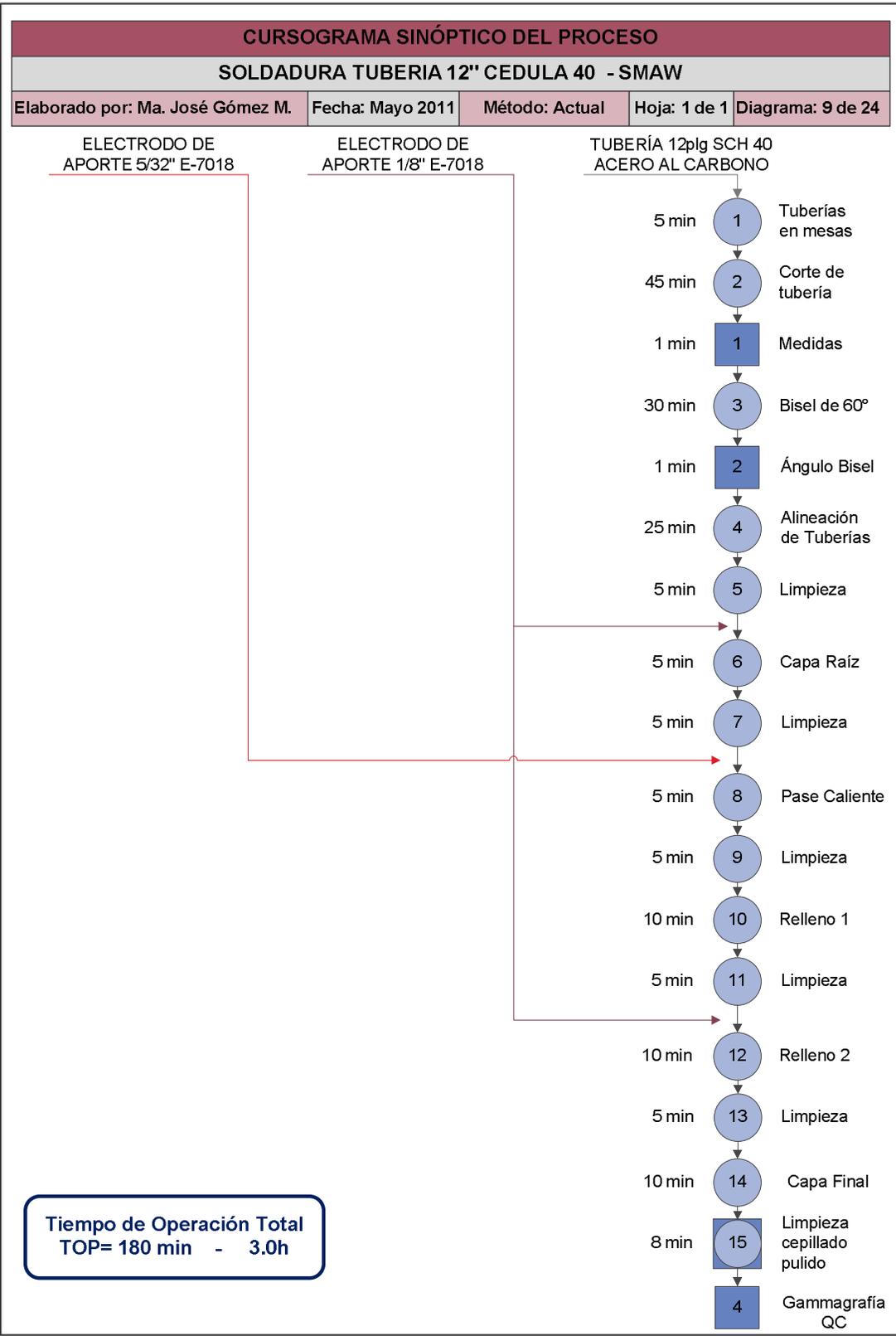
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 40	DIAMETRO: 12plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	SMAW	Cuadro: 9 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 1/8" E-7018.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 5/32" E-7018	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 5/32" E-7018	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 1/8" E-7018.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 1/8" E-7018.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		10 de 24		
CEDULA:		40		DIAMETRO:		12"		FECHA:		may-11				
SOLDADURA:					SMAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	5.4	5.5	5.1								16	5.33	1	5.33
B	42.5	43.8	42.8								129.1	43	1	43.03
C	0.8	0.9	0.9								2.6	0.87	1	0.87
D	32.5	31.4	32.2								96.1	32	1	32.03
E	1.2	1.4	0.9								3.5	1.17	1	1.17
F	25.4	24.3	24.8								74.5	24.8	1	24.83
G	4.5	4.8	4.8								14.1	4.7	1	4.70
											T. Basico Ciclo 1		111.97	
											TM1		111.97	
H	5.5	5.4	5.6								16.5	5.5	1	5.50
I	4.4	4.8	4.6								13.8	4.6	1	4.60
J	5.6	5.5	5.6								16.7	5.57	1	5.57
K	4.9	5.1	4.8								14.8	4.93	1	4.93
L	11.4	11.2	10.2								32.8	10.9	1	10.93
M	5.1	5.1	4.8								15	5	1	5.00
N	10.8	10.6	10.7								32.1	10.7	1	10.70
O	4.9	5.1	5.5								15.5	5.17	1	5.17
P	10.5	10.8	10.3								31.6	10.5	1	10.53
Q	7.5	7.4	7.8								22.7	7.57	1	7.57
											T. Basico Ciclo 2		70.50	
											TM2		70.50	
Nota: T: Tiempo Promedio Fd: Factor de Desempeño TM:Tiempo Manual TN:Tiempo Normal														

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 111.97_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 70.50_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1007.73\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{634.5\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 10.08min$$

$$TSC_2 = 6.35min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{70.50_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 17.63min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 6.70min + 10.08min + 0min$$

$$TTS_1 = 16.78min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 8.55min + 6.35min + 17.63min$$

$$TTS_2 = 32.53min$$

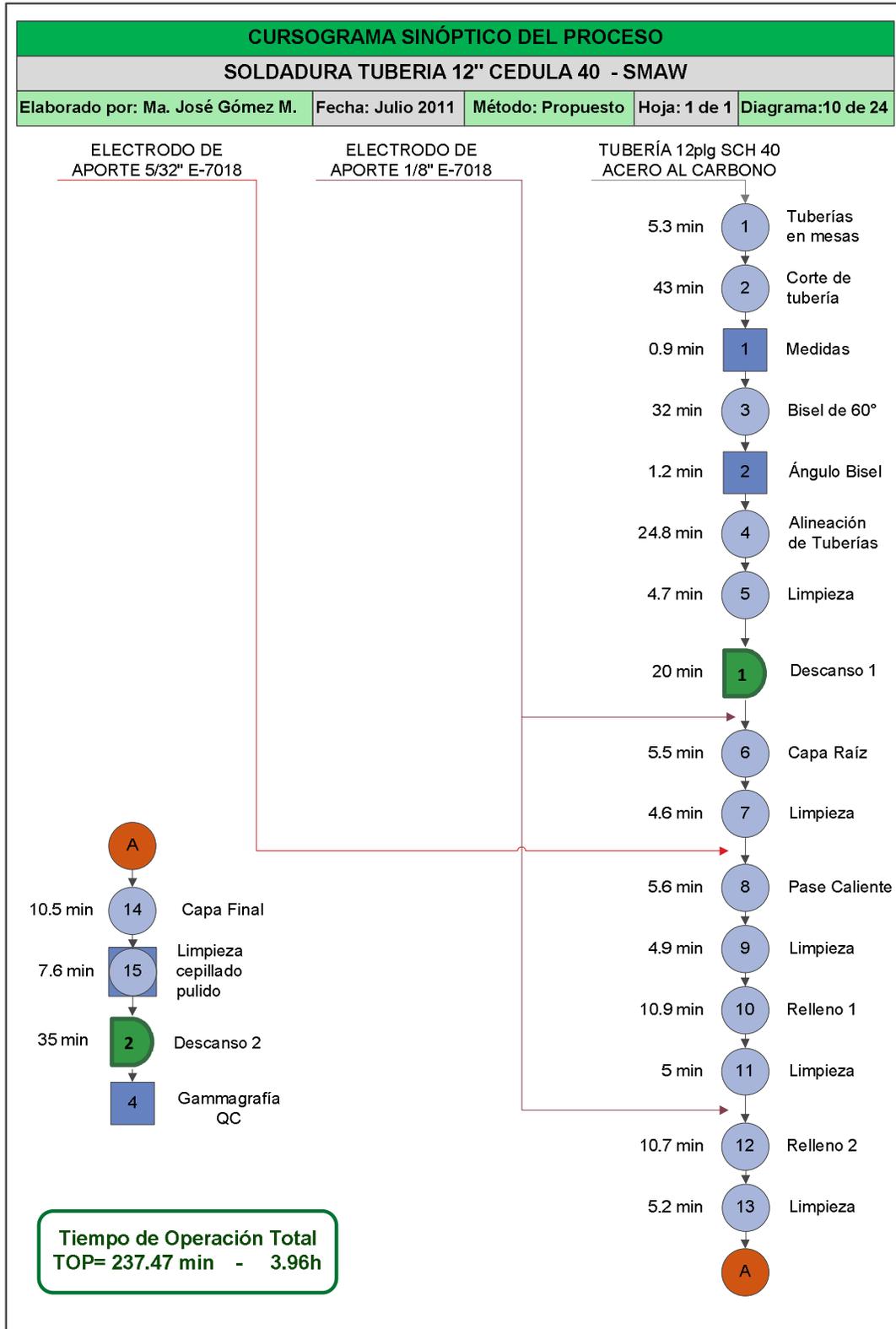
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	111.97	16.78	128.75	14.99%
	H - Q	70.5	32.53	103.03	46.14%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			231.78	21.27%
PROPUESTO	A - G	111.97	20	131.97	17.86%
	H - Q	70.5	35	105.5	49.65%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			237.47	23.16%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



6. Soldadura GTAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 40

- Diámetro: 12plg
- Cedula: 40
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: GTAW (Gas Inerte)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura de la capa final con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 13: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.

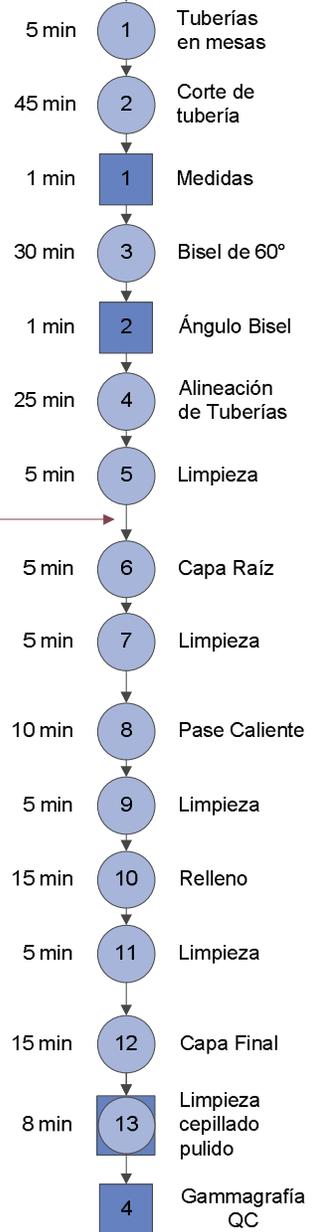
CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO

SOLDADURA TUBERIA 12" CEDULA 40 - GTAW

Elaborado por: Ma. José Gómez M. Fecha: Mayo 2011 Método: Actual Hoja: 1 de 1 Diagrama: 11 de 24

ELECTRODO DE APORTE
3/32" ER-70S-6

TUBERÍA 12plg SCH 40
ACERO AL CARBONO



Tiempo de Operación Total
TOP= 180 min - 3.0h

B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 40	DIAMETRO: 12plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	GTAW	Cuadro: 11 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 3/32" ER-70S-6.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 3/32" ER-70S-6.	
K	Limpieza	
L	Relleno - 3/32" ER-70S-6.	
M	Limpieza	
N	Capa Final - 3/32" ER-70S-6.	
O	Limpieza final cepillado y pulido	
P	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN							HOJA:		1 de 1					
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO							CUADRO:		12 de 24					
CEDULA:		40		DIAMETRO:		12"		FECHA:		may-11				
SOLDADURA:							GTAW			OBSERVADO POR:				
POSICIONES:							TODAS			Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA		Fd	TN
A	4.7	3.5	5.2								13.4	4.47	1	4.47
B	46.7	43.2	45.8								135.7	45.2	1	45.23
C	1.3	1.4	1.2								3.9	1.3	1	1.30
D	33.2	32.6	32.3								98.1	32.7	1	32.70
E	1.2	1.2	1.5								3.9	1.3	1	1.30
F	23.2	24.5	25.2								72.9	24.3	1	24.30
G	5.6	4.8	5.8								16.2	5.4	1	5.40
											T. Basico Ciclo 1		114.70	
											TM1		114.70	
H	5.5	4.8	5.2								15.5	5.17	1	5.17
I	4.8	4.2	5.1								14.1	4.7	1	4.70
J	11.8	10.8	10.6								33.2	11.1	1	11.07
K	4.3	4.8	4.1								13.2	4.4	1	4.40
L	15.2	14.8	15.5								45.5	15.2	1	15.17
M	4.6	4.9	4.3								13.8	4.6	1	4.60
N	15.5	16.3	15.8								47.6	15.9	1	15.87
O	8.6	8.3	7.8								24.7	8.23	1	8.23
											T. Basico Ciclo 2		69.20	
											TM2		69.20	
Nota:														
: Tiempo Promedio Fd: Factor de Desempeño TM:Tiempo Manual TN:Tiempo Normal														

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 114.70_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 69.20_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1032\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{622.8\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 10.32min$$

$$TSC_2 = 6.23min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{69.20_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 17.3min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 6.81min + 10.32min + 0min$$

$$TTS_1 = 17.13min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 8.88min + 6.23min + 17.3min$$

$$TTS_2 = 32.41min$$

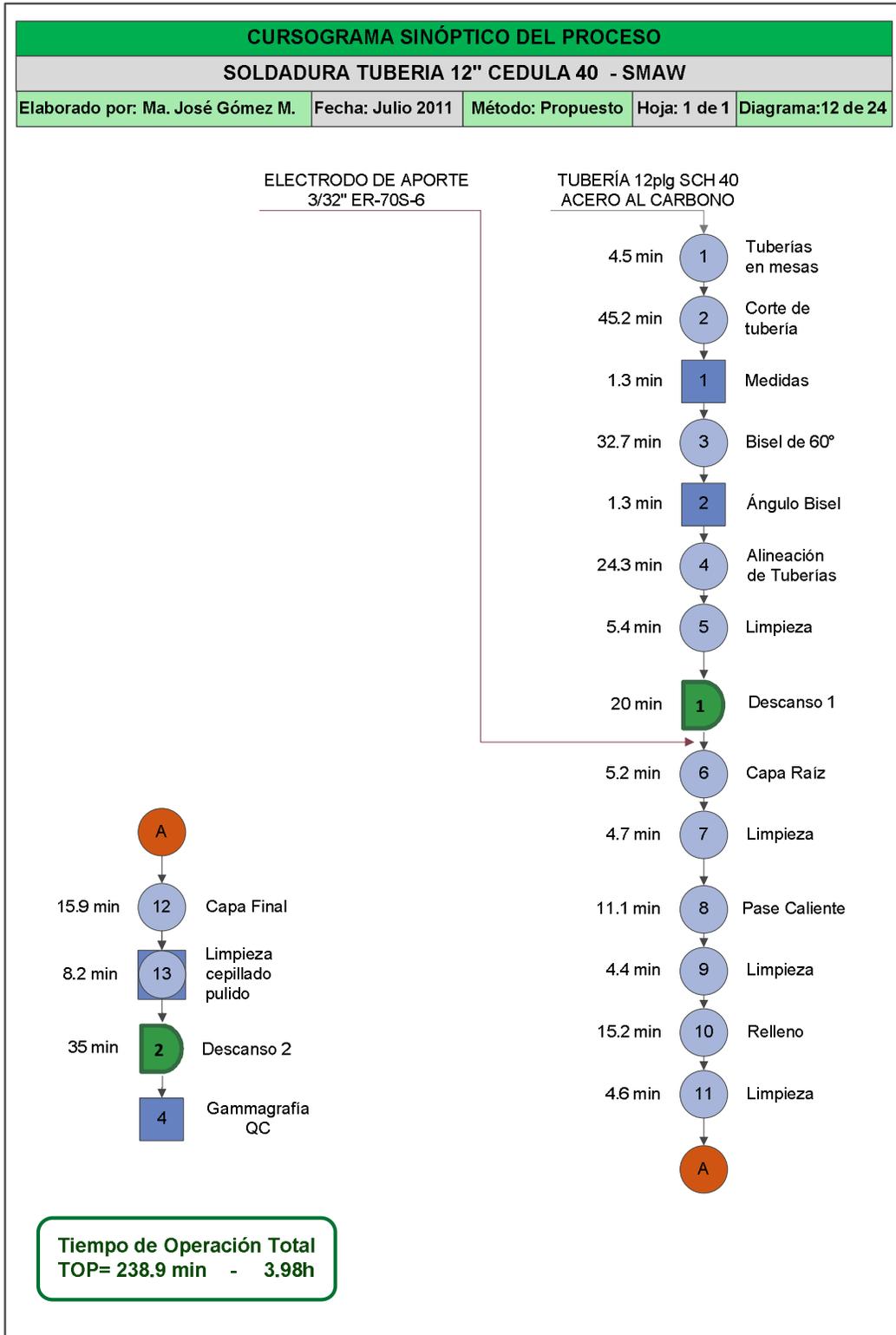
Tiempo Propuesto por Operación - Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	114.7	17.13	131.83	14.93%
	H - O	69.2	32.41	101.61	46.84%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			233.44	21.22%
PROPUESTO	A - G	114.7	20	134.7	17.44%
	H - O	69.2	35	104.2	50.58%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			238.9	23.02%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



7. Soldadura SMAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 80

- Diámetro: 12plg
- Cedula: 80
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: SMAW (Electrodo Revestido)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 1/8" E-7018.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 5/32" E-7018

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 5/32" E-7018.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 1/8" E-7018.

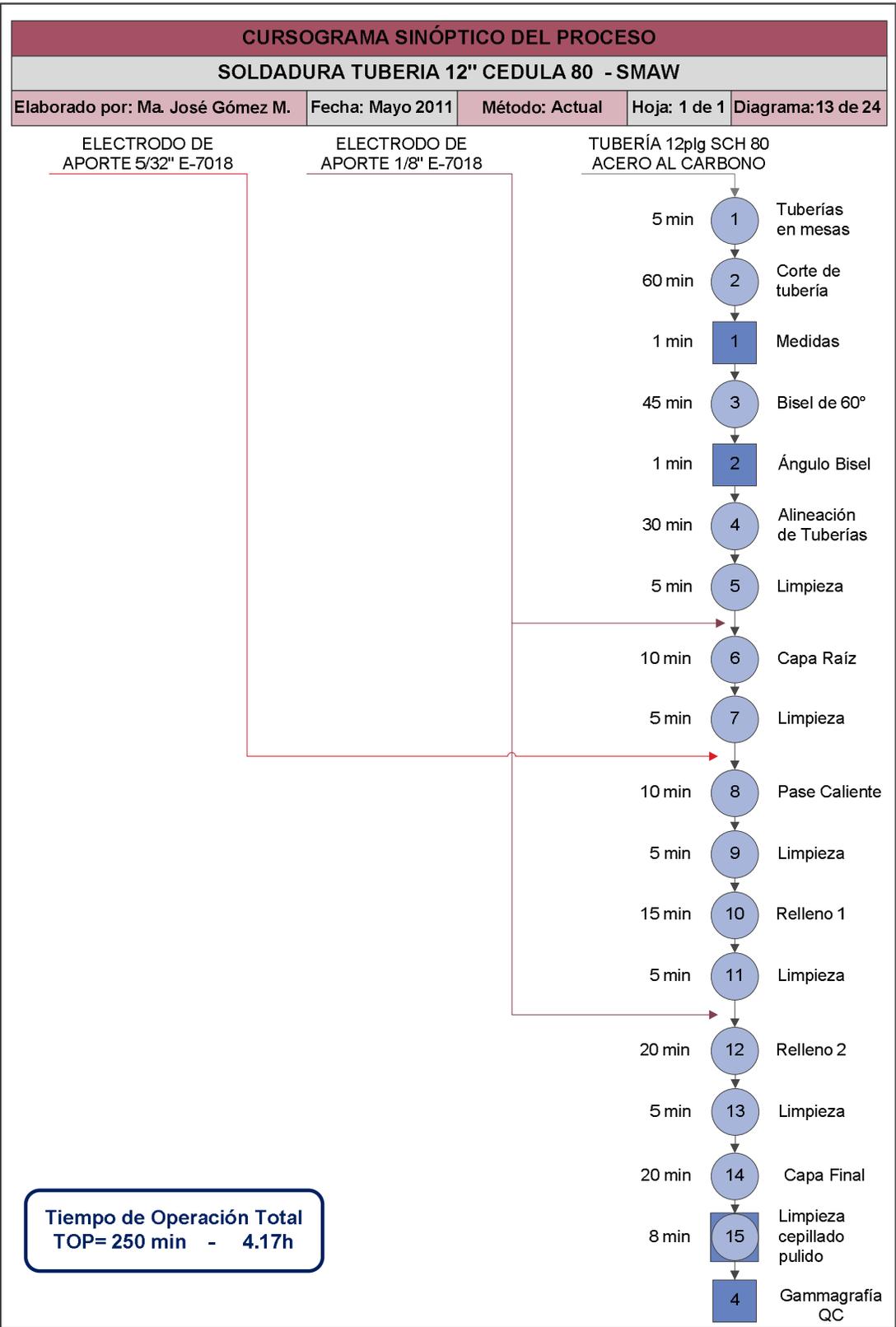
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 80	DIAMETRO: 12plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	SMAW	Cuadro: 13 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 1/8" E-7018.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 5/32" E-7018	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 5/32" E-7018	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 1/8" E-7018.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 1/8" E-7018.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		14 de 24		
CEDULA:		80		DIAMETRO:		12"		FECHA:		may-11				
SOLDADURA:					SMAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	5.1	5.3	5.2								15.6	5.2	1	5.20
B	62.1	63.5	63.4								189	63	1	63.00
C	1.3	1.2	1.1								3.6	1.2	1	1.20
D	43.6	44.2	44.6								132.4	44.1	1	44.13
E	1.5	1.3	1.6								4.4	1.47	1	1.47
F	33.5	29.8	32.6								95.9	32	1	31.97
G	4.5	4.9	5.1								14.5	4.83	1	4.83
											T. Basico Ciclo 1		151.80	
											TM1		151.80	
H	11.4	10.5	12.2								34.1	11.4	1	11.37
I	5.1	5.2	4.8								15.1	5.03	1	5.03
J	10.8	11.8	11.5								34.1	11.4	1	11.37
K	4.5	4.6	4.2								13.3	4.43	1	4.43
L	14.8	15.4	15.2								45.4	15.1	1	15.13
M	5.3	4.7	4.8								14.8	4.93	1	4.93
N	21.3	22.4	21.8								65.5	21.8	1	21.83
O	5.1	5.2	4.9								15.2	5.07	1	5.07
P	22.3	22.8	21.5								66.6	22.2	1	22.20
Q	8.4	8.8	7.8								25	8.33	1	8.33
											T. Basico Ciclo 2		109.70	
											TM2		109.70	
Nota:														
T : Tiempo Promedio					Fd: Factor de Desempeño					TM:Tiempo Manual			TN:Tiempo Normal	

Cálculo de Suplementos por Descanso de Acuerdo a las Actividades Realizadas

- *Suplementos Variables (TSV)*

Utilizando como base Anexo 2 referido a la tabla de suplementos dado por la O.I.T.

VALORACION DE SUPLEMENTOS VARIABLES														
SMAW TUBERIA 12" SCH80														
Elaborado por: Ma. José Gómez Moreno				Fecha: May-11				Tabla: 7 de 12						
OPERACIÓN	E	min		SUPLEMENTOS VARIABLES										SUB-TOTAL (min)
		ELEMENTO	Tiempo sin Suplemento	Por trabajar de pie		Por postura anormal		Concentración Intensa		Ruido		Tension Mental		
				%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	
Tuberías en mesas	A	5.2	2.0	0.10	-	0.00	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.21	
Corte de tubería	B	63.0	2.0	1.26	-	0.00	-	0.00	2.0	1.26	-	0.00	2.52	
Medidas	C	1.2	2.0	0.02	-	0.00	-	0.00	2.0	0.02	-	0.00	0.05	
Bisel de 60°	D	44.1	2.0	0.88	2.0	0.88	-	0.00	2.0	0.88	-	0.00	2.65	
Ángulo Bisel	E	1.5	2.0	0.03	-	0.00	-	0.00	2.0	0.03	-	0.00	0.06	
Alineación de Tuberías	F	32.0	2.0	0.64	-	0.00	2.0	0.64	2.0	0.64	4.0	1.28	3.20	
Limpieza	G	4.8	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.29	
Total TM1		151.80												
Tiempo Suplementos Variables 1 (TSV1)												8.97		
Capa Raíz	H	11.4	2.0	0.23	4.5	0.51	3.5	0.40	2.0	0.23	4.0	0.45	1.82	
Limpieza	I	5.0	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.30	
Pase Caliente	J	11.4	2.0	0.23	4.5	0.51	3.5	0.40	2.0	0.23	4.0	0.45	1.82	
Limpieza	K	4.4	2.0	0.09	2.0	0.09	-	0.00	2.0	0.09	-	0.00	0.27	
Relleno 1	L	15.1	2.0	0.30	4.5	0.68	3.5	0.53	2.0	0.30	4.0	0.61	2.42	
Limpieza	M	4.9	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.30	
Relleno 2	N	21.8	2.0	0.44	4.5	0.98	3.5	0.76	2.0	0.44	4.0	0.87	3.49	
Limpieza	O	5.1	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.30	
Capa Final	P	22.2	2.0	0.44	4.5	1.00	3.5	0.78	2.0	0.44	4.0	0.89	3.55	
Limpieza cepillado pulido	Q	8.3	2.0	0.17	2.0	0.17	-	0.00	2.0	0.17	-	0.00	0.50	
Total TM2		109.70												
Tiempo Suplementos Variables 2 (TSV2)												14.77		

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 151.80_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 109.70_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1366.2\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{987.3\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 13.66min$$

$$TSC_2 = 9.87min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{109.70_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 24.43min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 8.97min + 13.66min + 0min$$

$$TTS_1 = 22.63min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 14.77min + 9.87min + 24.43min$$

$$TTS_2 = 52.06min$$

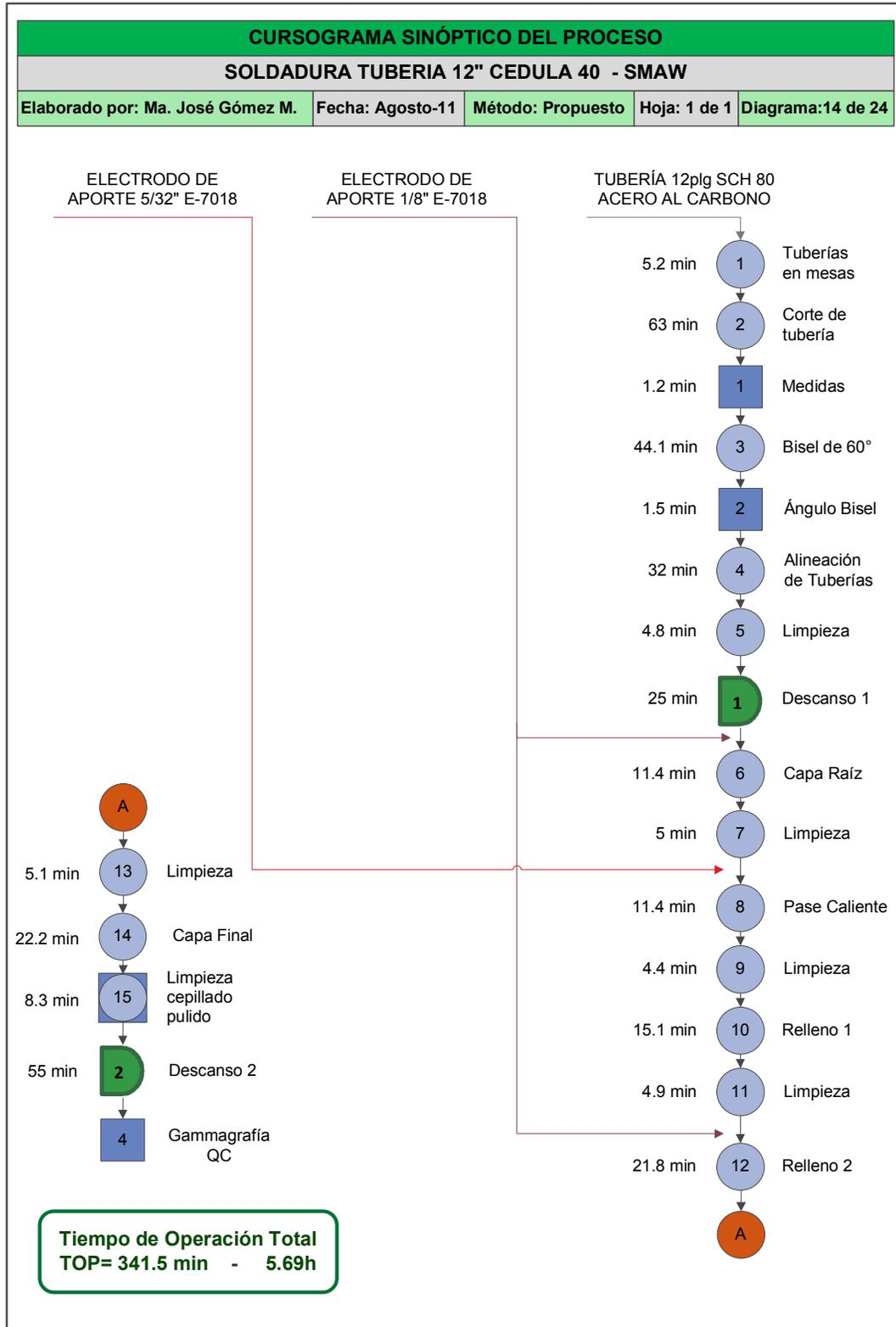
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	151.8	22.63	174.43	14.91%
	H - Q	109.7	52.06	161.76	47.46%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			336.19	22.22%
PROPUESTO	A - G	151.8	25	176.8	16.47%
	H - Q	109.7	55	164.7	50.14%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			341.5	23.43%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



8. Soldadura GTAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 80

- Diámetro: 12plg
- Cedula: 80
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: GTAW (Gas Inerte)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

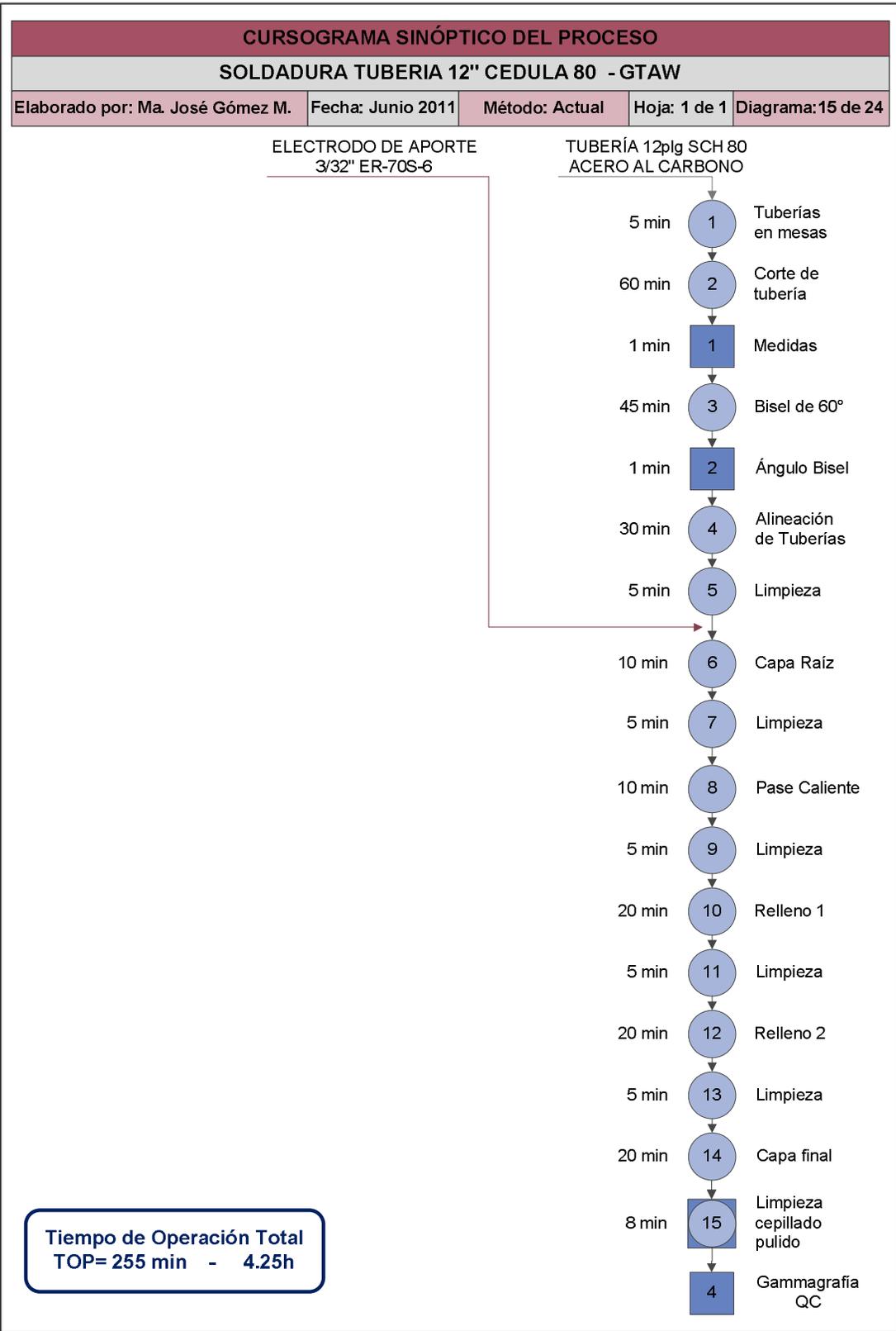
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto**Estudio de Tiempos y Actividades**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 80	DIAMETRO: 12plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	GTAW	Cuadro: 15 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 3/32" ER-70S-6.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 3/32" ER-70S-6.	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 3/32" ER-70S-6.	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 3/32" ER-70S-6.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 3/32" ER-70S-6.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		16 de 24		
CEDULA:		80		DIAMETRO:		12"		FECHA:		jun-11				
SOLDADURA:					GTAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	5.3	5.2	5.6								16.1	5.37	1	5.37
B	62.4	60.8	61.7								184.9	61.6	1	61.63
C	1.3	1.2	1.4								3.9	1.3	1	1.30
D	43.8	44.6	43.6								132	44	1	44.00
E	1.2	0.8	0.9								2.9	0.97	1	0.97
F	33.5	32.8	31.9								98.2	32.7	1	32.73
G	5.5	5.3	5.8								16.6	5.53	1	5.53
											T. Basico Ciclo 1		151.53	
											TM1		151.53	
H	12.5	11.8	10.9								35.2	11.7	1	11.73
I	4.9	5.3	5.4								15.6	5.2	1	5.20
J	12.8	10.7	11.2								34.7	11.6	1	11.57
K	4.8	4.5	5.2								14.5	4.83	1	4.83
L	22.8	21.9	22.2								66.9	22.3	1	22.30
M	4.5	4.4	4.9								13.8	4.6	1	4.60
N	19.6	19.2	20.1								58.9	19.6	1	19.63
O	4.1	4.1	3.7								11.9	3.97	1	3.97
P	18.6	19.6	19.8								58	19.3	1	19.33
Q	8.1	7.5	7.9								23.5	7.83	1	7.83
											T. Basico Ciclo 2		111.00	
											TM2		111.00	
Nota:														
T: Tiempo Promedio					Fd: Factor de Desempeño					TM:Tiempo Manual			TN:Tiempo Normal	

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 151.53_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 111.0_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1363.77\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{999\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 13.64min$$

$$TSC_2 = 9.99min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{111_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 27.75min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 9.02min + 13.64min + 0min$$

$$TTS_1 = 22.66min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 15.12min + 9.99min + 27.75min$$

$$TTS_2 = 52.86min$$

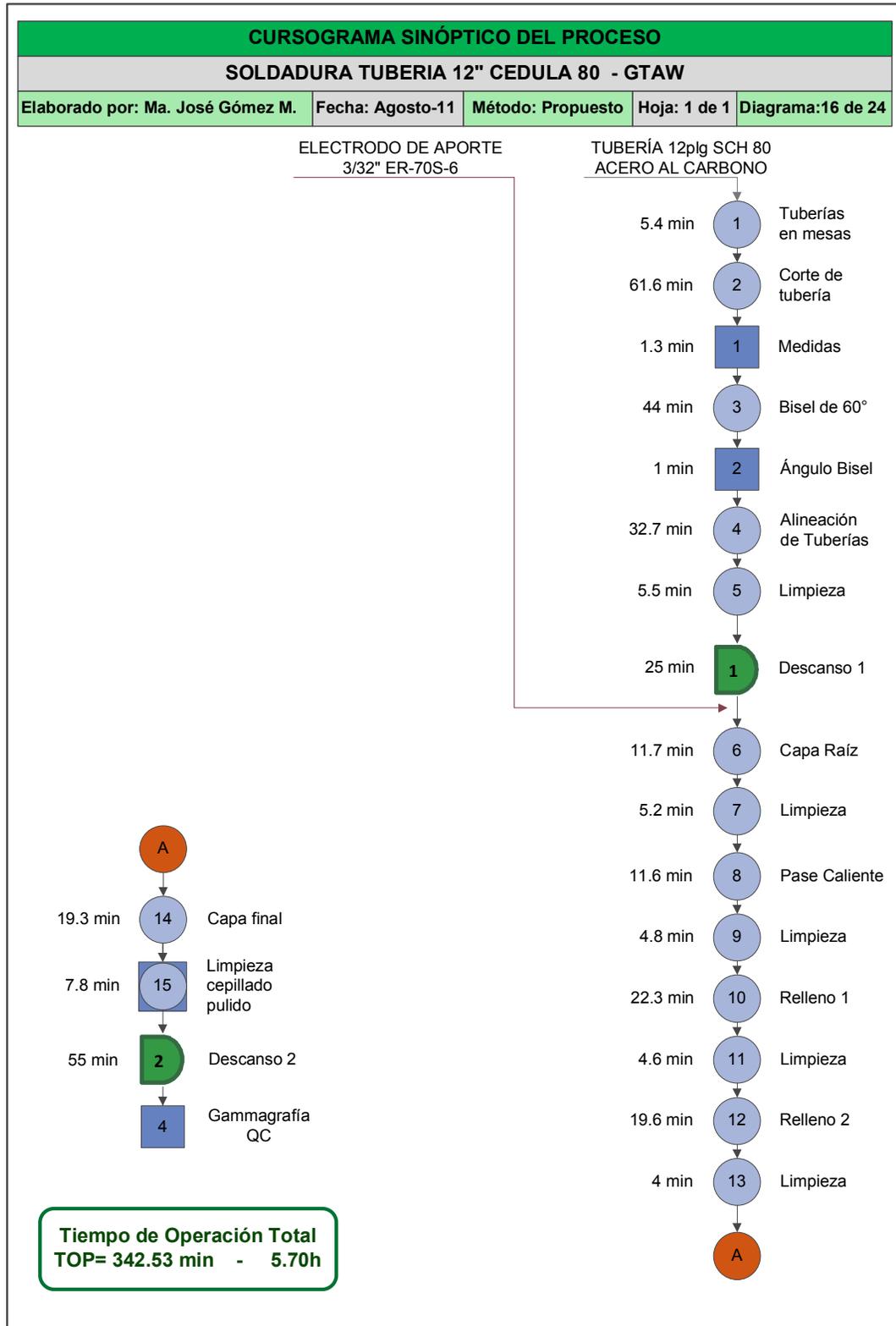
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	151.53	22.66	174.19	14.95%
	H - Q	111	52.86	163.86	47.62%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			338.05	22.34%
PROPUESTO	A - G	151.53	25	176.53	16.50%
	H - Q	111	55	166	49.55%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			342.53	23.36%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



9. Soldadura SMAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 40

- Diámetro: 18plg
- Cedula: 40
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: SMAW (Electrodo Revestido)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 1/8" E-7018.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 5/32" E-7018

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 5/32" E-7018.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 1/8" E-7018.

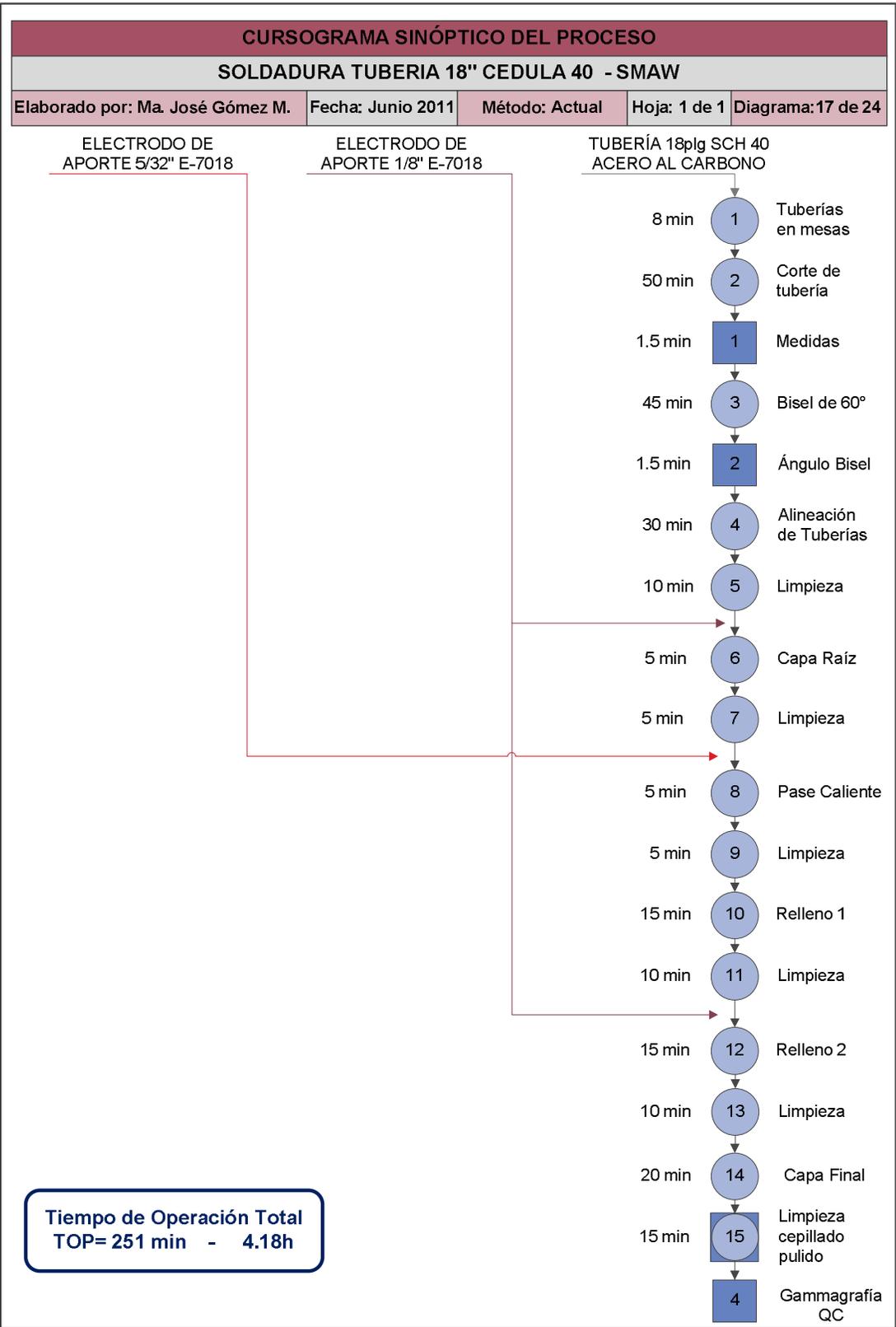
Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura de la capa final con un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 13: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 40	DIAMETRO: 18plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	SMAW	Cuadro: 17 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 1/8" E-7018.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 5/32" E-7018	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 5/32" E-7018	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 1/8" E-7018.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 1/8" E-7018.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		18 de 24		
CEDULA:		40		DIAMETRO:		18"		FECHA:		jun-11				
SOLDADURA:					SMAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	6.8	7.5	7.8								22.1	7.37	1	7.37
B	52.5	51.5	50.8								154.8	51.6	1	51.60
C	1.4	1.6	1.3								4.3	1.43	1	1.43
D	44.5	48.4	46.2								139.1	46.4	1	46.37
E	1.2	1.5	1.4								4.1	1.37	1	1.37
F	32.5	31.2	30.8								94.5	31.5	1	31.50
G	9.8	9.6	9.7								29.1	9.7	1	9.70
											T. Basico Ciclo 1		149.33	
											TM1		149.33	
H	4.9	4.7	4.9								14.5	4.83	1	4.83
I	4.6	4.4	4.4								13.4	4.47	1	4.47
J	6.2	6.1	5.7								18	6	1	6.00
K	5.1	4.9	4.7								14.7	4.9	1	4.90
L	16.3	15.8	15.9								48	16	1	16.00
M	9.8	8.6	8.5								26.9	8.97	1	8.97
N	14.8	15.6	15.7								46.1	15.4	1	15.37
O	9.5	8.6	8.2								26.3	8.77	1	8.77
P	22.5	21.6	21.5								65.6	21.9	1	21.87
Q	13.8	14.1	13.6								41.5	13.8	1	13.83
											T. Basico Ciclo 2		105.00	
											TM2		105.00	
Nota:														
T: Tiempo Promedio Fd: Factor de Desempeño TM:Tiempo Manual TN:Tiempo Normal														

Cálculo de Suplementos por Descanso de Acuerdo a las Actividades Realizadas

- *Suplementos Variables (TSV)*

Utilizando como base Anexo 2 referido a la tabla de suplementos dado por la O.I.T.

VALORACION DE SUPLEMENTOS VARIABLES													
SMAW TUBERIA 18" SCH40													
Elaborado por: Ma. José Gómez Moreno				Fecha: Jun-11				Tabla: 9 de 12					
OPERACIÓN	E	min	SUPLEMENTOS VARIABLES										SUB-TOTAL (min)
	ELEMENTO	Tiempo sin Suplemento	Por trabajar de pie		Por postura anormal		Concentración Intensa		Ruido		Tension Mental		
			%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	
Tuberías en mesas	A	7.4	2.0	0.15	-	0.00	-	0.00	2.0	0.15	-	0.00	0.29
Corte de tubería	B	51.6	2.0	1.03	-	0.00	-	0.00	2.0	1.03	-	0.00	2.06
Medidas	C	1.4	2.0	0.03	-	0.00	-	0.00	2.0	0.03	-	0.00	0.06
Bisel de 60°	D	46.4	2.0	0.93	2.0	0.93	-	0.00	2.0	0.93	-	0.00	2.78
Ángulo Bisel	E	1.4	2.0	0.03	-	0.00	-	0.00	2.0	0.03	-	0.00	0.05
Alineación de Tuberías	F	31.5	2.0	0.63	-	0.00	2.0	0.63	2.0	0.63	4.0	1.26	3.15
Limpieza	G	9.7	2.0	0.19	2.0	0.19	-	0.00	2.0	0.19	-	0.00	0.58
Total TM1		149.33											
Tiempo Suplementos Variables 1 (TSV1)												8.98	
Capa Raíz	H	4.8	2.0	0.10	4.5	0.22	3.5	0.17	2.0	0.10	4.0	0.19	0.77
Limpieza	I	4.5	2.0	0.09	2.0	0.09	-	0.00	2.0	0.09	-	0.00	0.27
Pase Caliente	J	6.0	2.0	0.12	4.5	0.27	3.5	0.21	2.0	0.12	4.0	0.24	0.96
Limpieza	K	4.9	2.0	0.10	2.0	0.10	-	0.00	2.0	0.10	-	0.00	0.29
Relleno 1	L	16.0	2.0	0.32	4.5	0.72	3.5	0.56	2.0	0.32	4.0	0.64	2.56
Limpieza	M	9.0	2.0	0.18	2.0	0.18	-	0.00	2.0	0.18	-	0.00	0.54
Relleno 2	N	15.4	2.0	0.31	4.5	0.69	3.5	0.54	2.0	0.31	4.0	0.61	2.46
Limpieza	O	8.8	2.0	0.18	2.0	0.18	-	0.00	2.0	0.18	-	0.00	0.53
Capa Final	P	21.9	2.0	0.44	4.5	0.98	3.5	0.77	2.0	0.44	4.0	0.87	3.50
Limpieza cepillado pulido	Q	13.8	2.0	0.28	2.0	0.28	-	0.00	2.0	0.28	-	0.00	0.83
Total TM2		105.00											
Tiempo Suplementos Variables 2 (TSV2)												12.71	

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 149.33_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 105_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1343.97\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{945\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 13.44min$$

$$TSC_2 = 9.45min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{105_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 26.25min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 8.98min + 13.44min + 0min$$

$$TTS_1 = 22.42min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 12.71min + 9.45min + 29.78min$$

$$TTS_2 = 51.94min$$

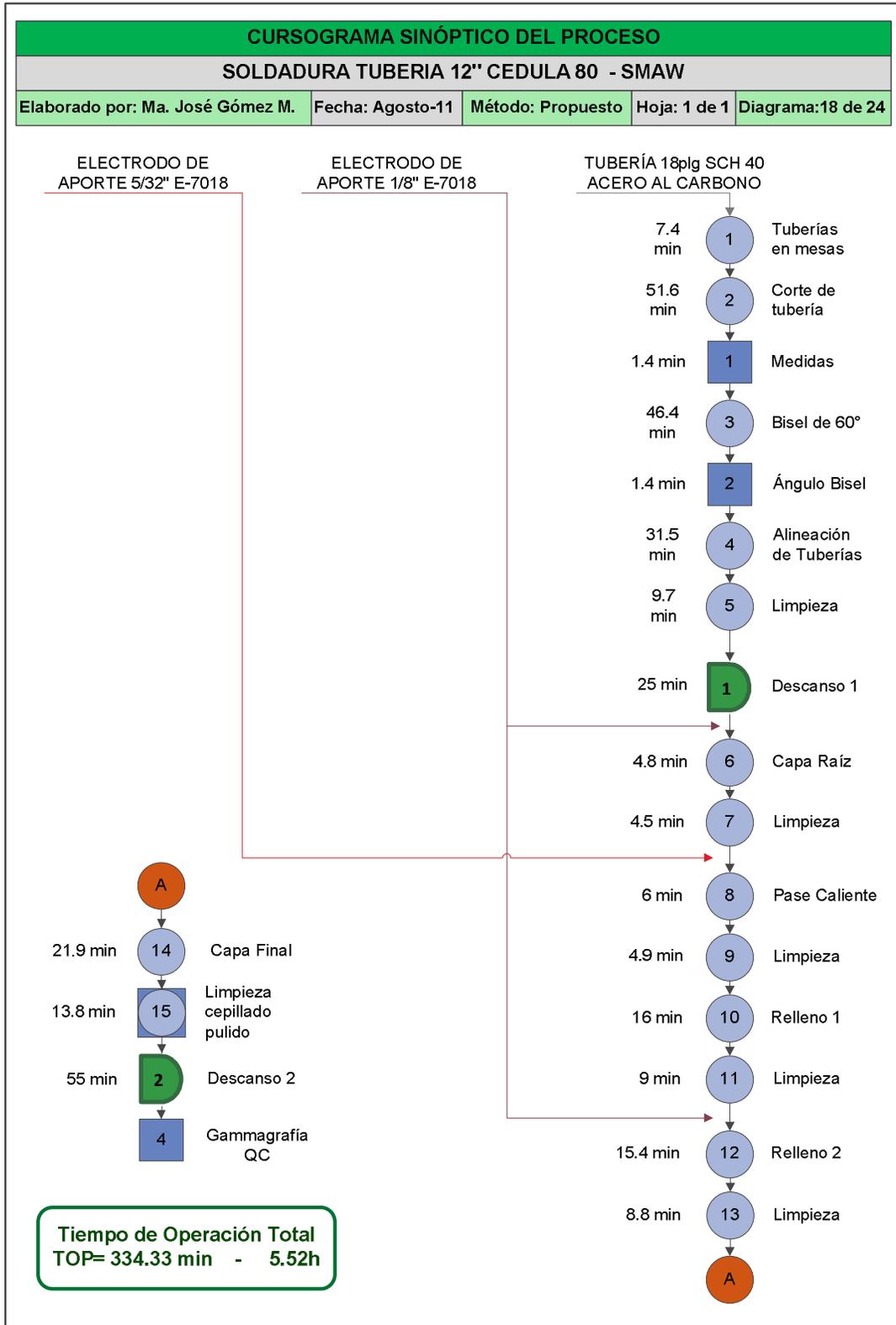
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	149.33	22.42	171.75	15.01%
	H - Q	105	51.94	156.94	49.47%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			328.69	22.62%
PROPUESTO	A - G	149.33	25	174.33	16.74%
	H - Q	105	55	160	46.18%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			334.33	23.93%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



10. Soldadura GTAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 40

- Diámetro: 18plg
- Cedula: 40
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: GTAW (Electrodo Revestido)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura de la capa final con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 13: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.

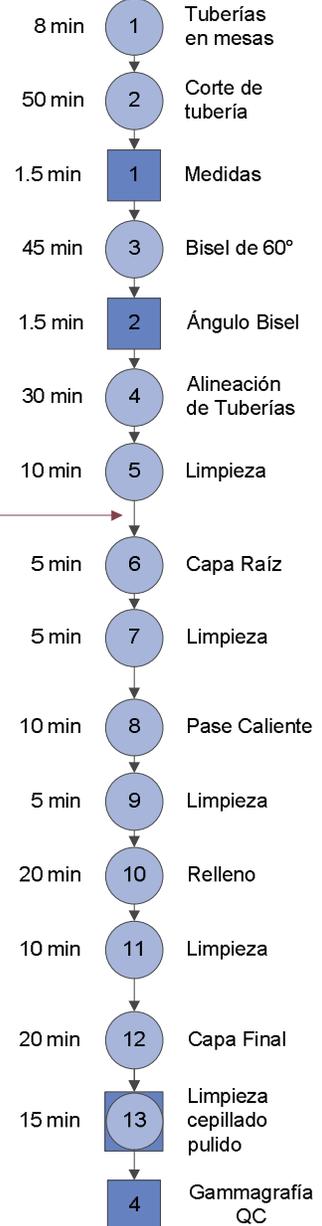
CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO

SOLDADURA TUBERIA 18" CEDULA 40 - GTAW

Elaborado por: Ma. José Gómez M. Fecha: Junio 2011 Método: Actual Hoja: 1 de 1 Diagrama: 19 de 24

ELECTRODO DE APORTE
3/32" ER-70S-6

TUBERÍA 18plg SCH 40
ACERO AL CARBONO



Tiempo de Operación Total
TOP= 236 min - 3.93h

B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 40	DIAMETRO: 18plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	GTAW	Cuadro: 19 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 3/32" ER-70S-6.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 3/32" ER-70S-6.	
K	Limpieza	
L	Relleno - 3/32" ER-70S-6.	
M	Limpieza	
N	Capa Final - 3/32" ER-70S-6.	
O	Limpieza final cepillado y pulido	
P	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		20 de 24		
CEDULA:		40		DIAMETRO:		18"		FECHA:		jun-11				
SOLDADURA:					GTAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	7.2	7.3	6.9								21.4	7.13	1	7.13
B	48.5	49.8	47.2								145.5	48.5	1	48.50
C	1.5	1.2	1.8								4.5	1.5	1	1.50
D	42.3	44.8	43.5								130.6	43.5	1	43.53
E	1.8	1.2	1.4								4.4	1.47	1	1.47
F	32.5	28.5	28.8								89.8	29.9	1	29.93
G	9.8	9.4	8.9								28.1	9.37	1	9.37
											T. Basico Ciclo 1		141.43	
											TM1		141.43	
H	4.8	5.6	5.9								16.3	5.43	1	5.43
I	4.3	4.8	4.5								13.6	4.53	1	4.53
J	8.9	9.5	9.2								27.6	9.2	1	9.20
K	4.2	5.1	4.9								14.2	4.73	1	4.73
L	19.2	21.3	18.9								59.4	19.8	1	19.80
M	8.9	8.4	8.3								25.6	8.53	1	8.53
N	21.4	22.3	19.6								63.3	21.1	1	21.10
O	13.2	14.1	13.9								41.2	13.7	1	13.73
											T. Basico Ciclo 2		87.07	
											TM2		87.07	

Nota: T: Tiempo Promedio Fd: Factor de Desempeño TM:Tiempo Manual TN:Tiempo Normal

Cálculo de Suplementos por Descanso de Acuerdo a las Actividades Realizadas

- *Suplementos Variables (TSV)*

Utilizando como base Anexo 2 referido a la tabla de suplementos dado por la O.I.T.

VALORACION DE SUPLEMENTOS VARIABLES													
GTAW TUBERIA 18" SCH40													
Elaborado por: Ma. José Gómez Moreno				Fecha: Jun-11				Tabla: 10 de 12					
OPERACIÓN	E	min	SUPLEMENTOS VARIABLES										SUB-TOTAL (min)
	ELEMENTO	Tiempo sin Suplemento	Por trabajar de pie		Por postura anormal		Concentración Intensa		Ruido		Tension Mental		
			%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	
Tuberías en mesas	A	7.1	2.0	0.14	-	0.00	-	0.00	2.0	0.14	-	0.00	0.29
Corte de tubería	B	48.5	2.0	0.97	-	0.00	-	0.00	2.0	0.97	-	0.00	1.94
Medidas	C	1.5	2.0	0.03	-	0.00	-	0.00	2.0	0.03	-	0.00	0.06
Bisel de 60°	D	43.5	2.0	0.87	2.0	0.87	-	0.00	2.0	0.87	-	0.00	2.61
Ángulo Bisel	E	1.5	2.0	0.03	-	0.00	-	0.00	2.0	0.03	-	0.00	0.06
Alineación de Tuberías	F	29.9	2.0	0.60	-	0.00	2.0	0.60	2.0	0.60	4.0	1.20	2.99
Limpieza	G	9.4	2.0	0.19	2.0	0.19	-	0.00	2.0	0.19	-	0.00	0.56
Total TM1		141.43											
Tiempo Suplementos Variables 1 (TSV1)												8.51	
Capa Raíz	H	5.4	2.0	0.11	4.5	0.24	3.5	0.19	2.0	0.11	4.0	0.22	0.87
Limpieza	I	4.5	2.0	0.09	2.0	0.09	-	0.00	2.0	0.09	-	0.00	0.27
Pase Caliente	J	9.2	2.0	0.18	4.5	0.41	3.5	0.32	2.0	0.18	4.0	0.37	1.47
Limpieza	K	4.7	2.0	0.09	2.0	0.09	-	0.00	2.0	0.09	-	0.00	0.28
Relleno	L	19.8	2.0	0.40	4.5	0.89	3.5	0.69	2.0	0.40	4.0	0.79	3.17
Limpieza	M	8.5	2.0	0.17	2.0	0.17	-	0.00	2.0	0.17	-	0.00	0.51
Capa Final	N	21.1	2.0	0.42	4.5	0.95	3.5	0.74	2.0	0.42	4.0	0.84	3.38
Limpieza cepillado pulido	O	13.7	2.0	0.27	2.0	0.27	-	0.00	2.0	0.27	-	0.00	0.82
Total TM2		87.07											
Tiempo Suplementos Variables 2 (TSV2)												10.78	

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 141.43_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 87.07_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1272.87\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{783.63\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 12.73min$$

$$TSC_2 = 7.84min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{87.07_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 21.76min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 8.51min + 12.73min + 0min$$

$$TTS_1 = 21.24min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 10.78min + 7.84min + 21.76min$$

$$TTS_2 = 40.39min$$

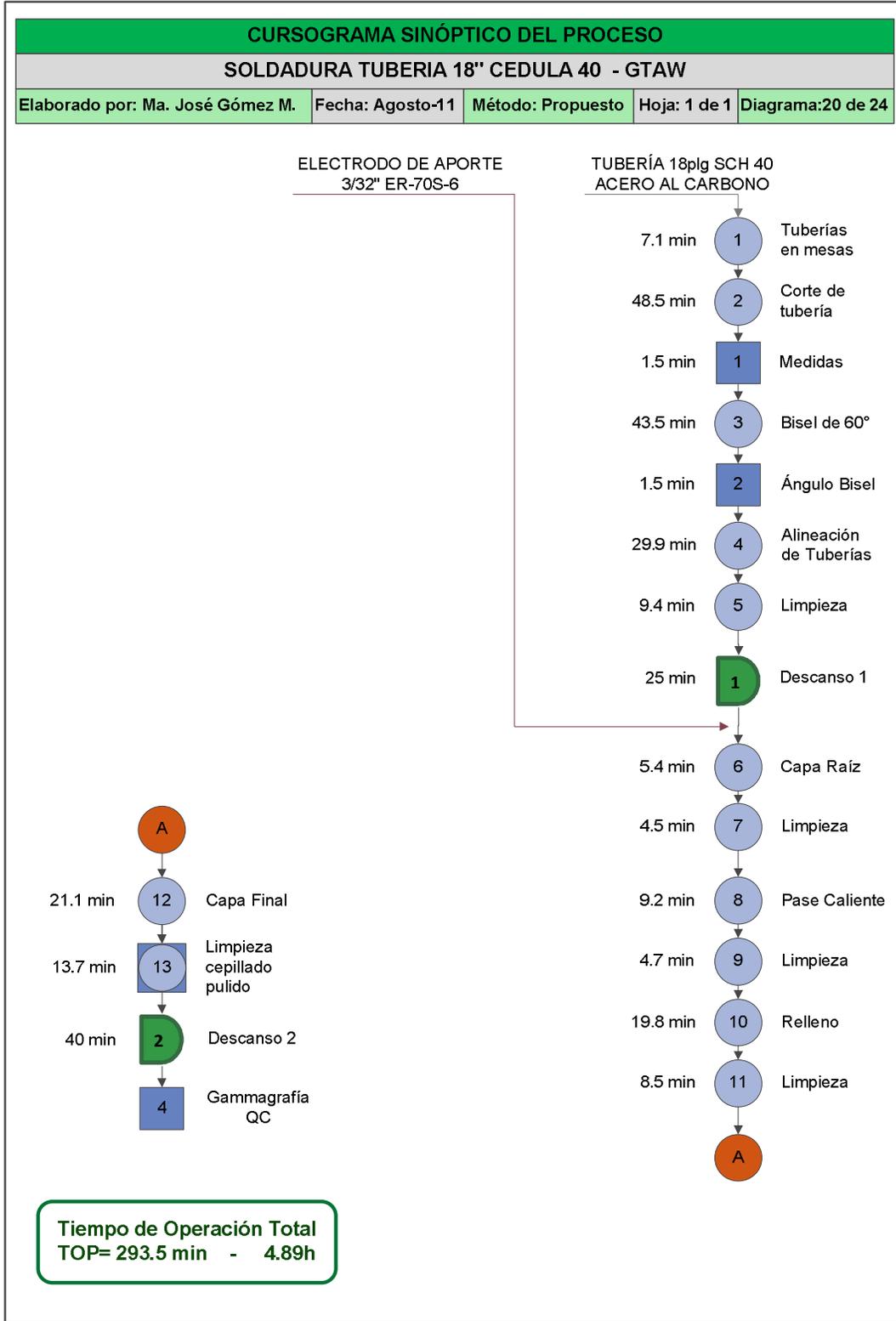
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	141.43	21.24	162.67	15.02%
	H - O	87.07	40.39	127.46	46.39%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			290.13	21.24%
PROPUESTO	A - G	141.43	25	166.43	17.68%
	H - O	87.07	40	127.07	45.94%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			293.5	22.15%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



11. Soldadura SMAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 80

- Diámetro: 18plg
- Cedula: 80
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: SMAW (Electrodo Revestido)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 1/8" E-7018.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 5/32" E-7018

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 5/32" E-7018.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 5/32" E-7018.

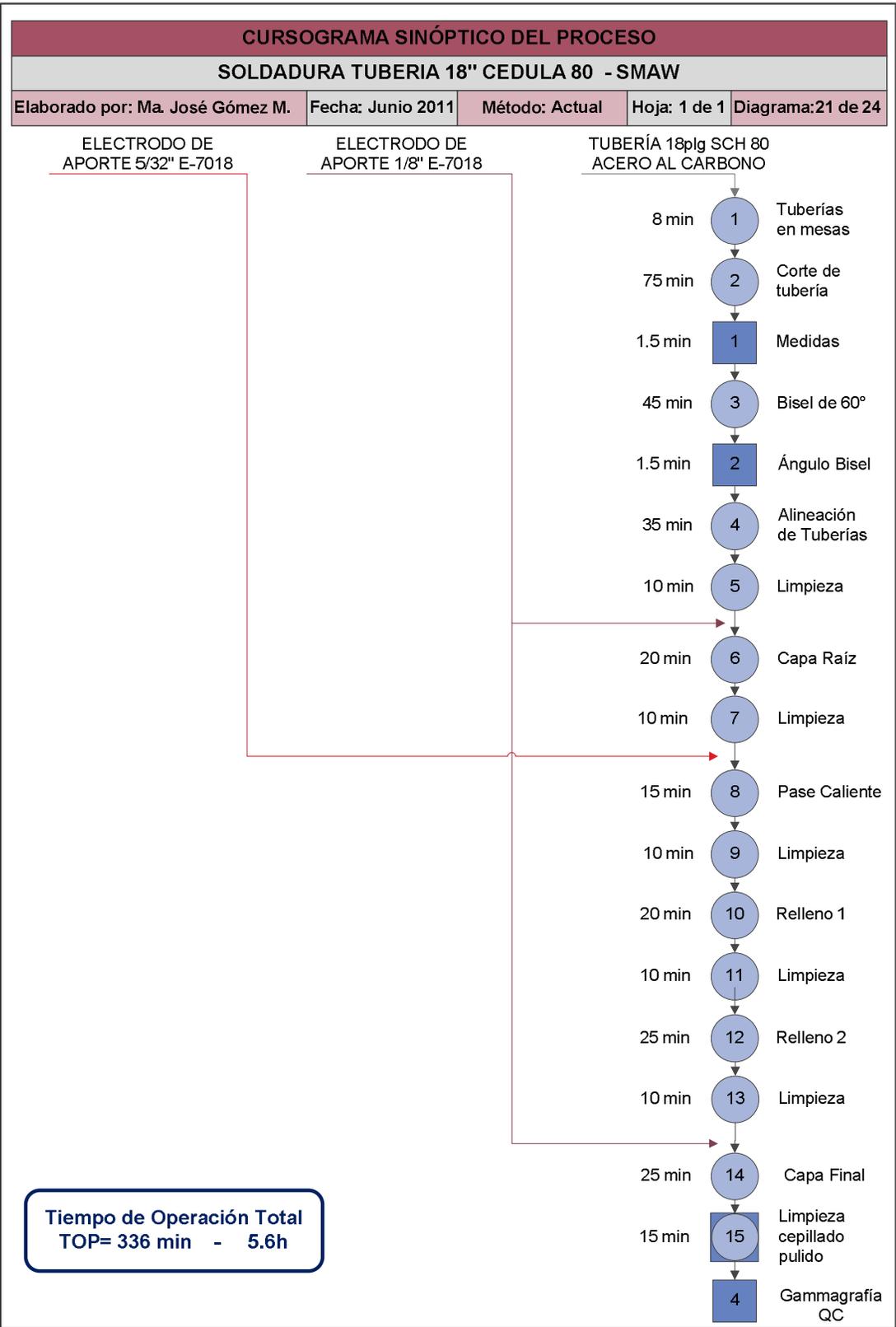
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 1/8" E-7018

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 80	DIAMETRO: 18plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	SMAW	Cuadro: 21 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 1/8" E-7018.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 5/32" E-7018	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 5/32" E-7018.	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 5/32" E-7018.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 1/8" E-7018.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		22 de 24		
CEDULA:		80		DIAMETRO:		18"		FECHA:		jun-11				
SOLDADURA:					SMAW					OBSERVADO POR:				
POSICIONES:					TODAS					Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣSUMA	T	Fd	TN
A	7.8	7.4	7.5								22.7	7.57	1	7.57
B	73.4	75.2	72.8								221.4	73.8	1	73.80
C	1.6	1.7	1.4								4.7	1.57	1	1.57
D	47.4	46.3	44.8								138.5	46.2	1	46.17
E	1.6	1.4	1.3								4.3	1.43	1	1.43
F	32.3	34.8	36.4								103.5	34.5	1	34.50
G	11.4	9.6	10.4								31.4	10.5	1	10.47
											T. Basico Ciclo 1		175.50	
											TM1		175.50	
H	23.4	21.5	20.9								65.8	21.9	1	21.93
I	9.1	8.8	9.5								27.4	9.13	1	9.13
J	16.3	17.4	15.8								49.5	16.5	1	16.50
K	9.2	9.3	9.1								27.6	9.2	1	9.20
L	21.7	20.3	21.9								63.9	21.3	1	21.30
M	9.3	9.8	9.1								28.2	9.4	1	9.40
N	23.4	25.1	24.6								73.1	24.4	1	24.37
O	10.4	10.9	8.2								29.5	9.83	1	9.83
P	24.9	25.6	23.9								74.4	24.8	1	24.80
Q	16.1	15.2	13.7								45	15	1	15.00
											T. Basico Ciclo 2		161.47	
											TM2		161.47	
Nota:														
T: Tiempo Promedio					Fd: Factor de Desempeño					TM:Tiempo Manual			TN:Tiempo Normal	

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 175.5_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 161.47_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1579.5\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{1453.23\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 15.80min$$

$$TSC_2 = 14.53min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{161.47_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 40.37min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 10.22min + 15.80min + 0min$$

$$TTS_1 = 26.02min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 20.58min + 14.53min + 40.37min$$

$$TTS_2 = 75.48min$$

Escriba aquí la ecuación.

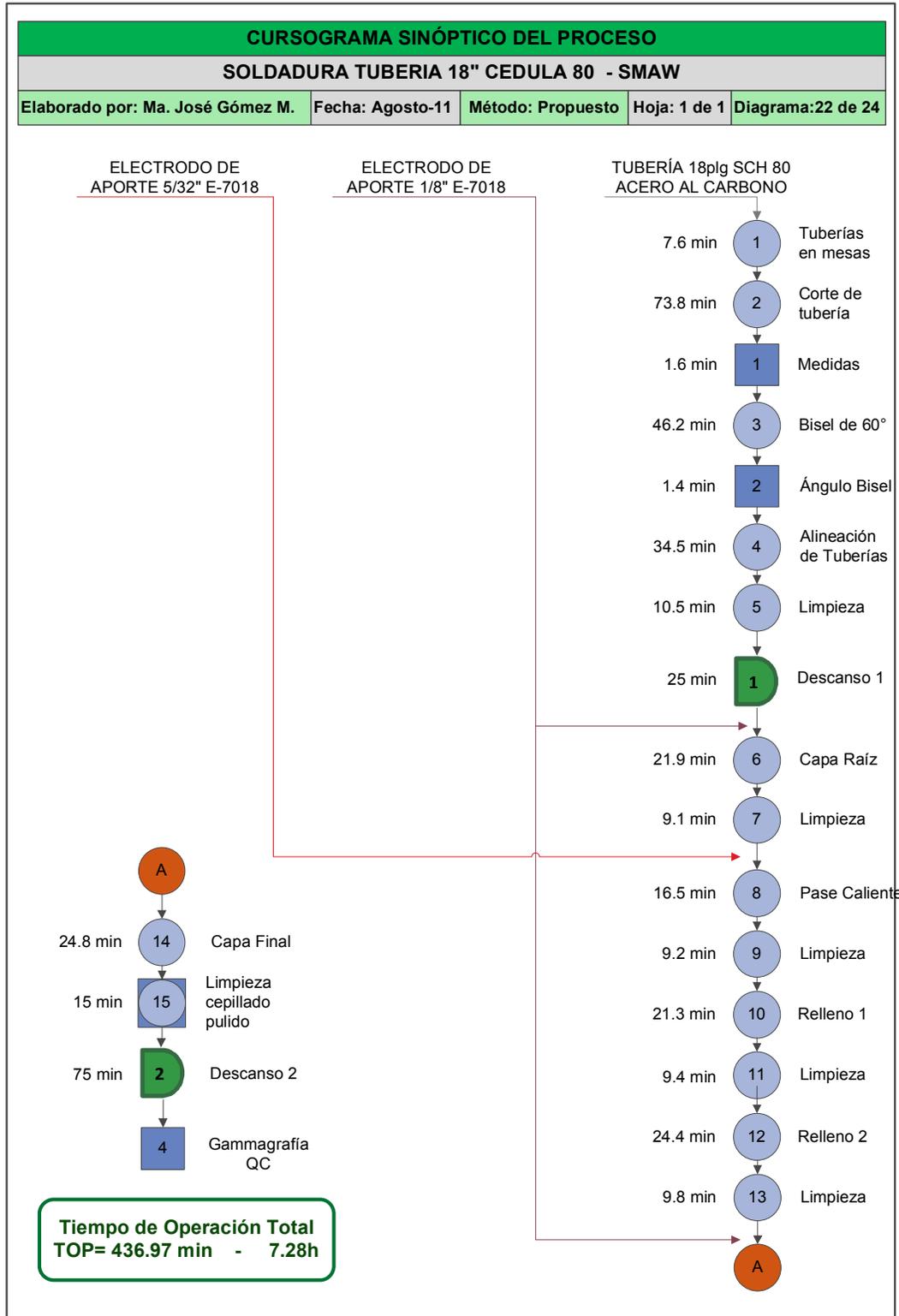
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	175.5	26.02	201.52	14.83%
	H - Q	161.47	75.48	236.95	46.75%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			438.47	23.15%
PROPUESTO	A - G	175.5	25	200.5	14.25%
	H - Q	161.47	75	236.47	46.45%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			436.97	22.88%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



12. Soldadura GTAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 80

- Diámetro: 18plg
- Cedula: 80
- Material: Acero al Carbono
- Tipo de Soldadura: GTAW (Gas Inerte)

A. Método Actual

Cursograma Sinóptico del Proceso

Operación 1: Colocación de la tubería en las mesas, encontrando la altura adecuada de operación.

Operación 2: Corte de tubería según medidas solicitadas.

Inspección 1: Medidas necesarias para operación.

Operación 3: Esmerilar para realizar un bisel a 60°.

Inspección 2: Ángulo correcto para unión de tuberías.

Operación 4: Alineación de tubería, incluye colocación de espárragos, puntos de soldadura.

Operación 5: Limpieza de residuos.

Operación 6: Comienzo de soldadura con la capa raíz y un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 7: Cepillado - Limpieza

Operación 8: Soldadura de la capa o pase caliente con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 9: Cepillado – Limpieza

Operación 10: Soldadura del relleno 1 con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 11: Cepillado – Limpieza

Operación 12: Soldadura del relleno 2 con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

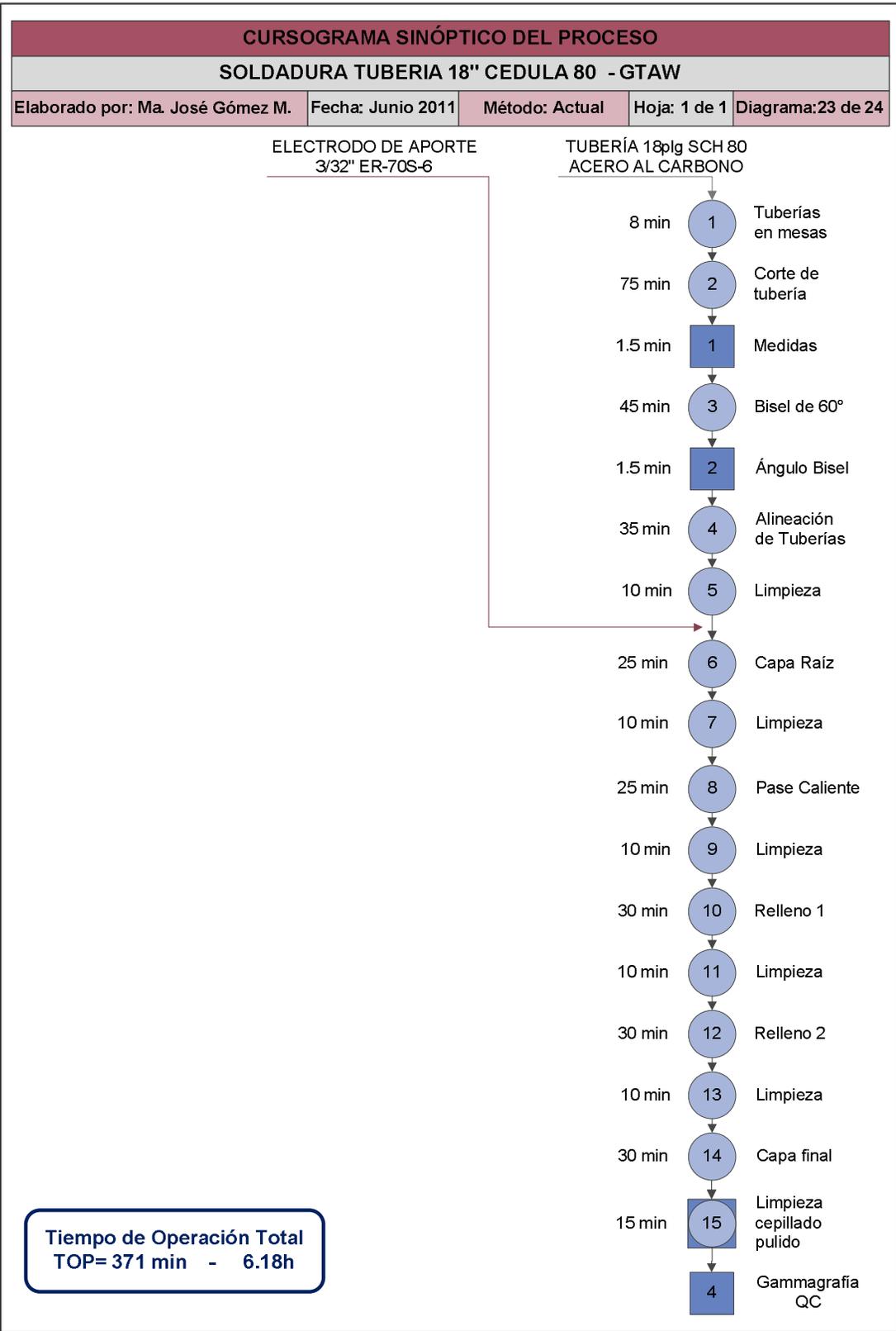
Operación 13: Cepillado – Limpieza

Operación 14: Soldadura de la capa final con un electrodo de 3/32" ER-70S-6.

Operación 15: Limpieza final cepillado y pulido.

Inspección 3: Inspección del Pulido realizado.

Inspección 4: Pruebas de Gammagrafía, control de calidad.



B. Método Propuesto

Estudio de Tiempos y Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
SOLDADURA DE TUBERÍA ACERO AL CARBONO		
CEDULA: 80	DIAMETRO: 18plg	Hoja: 1 de 1
SOLDADURA :	GTAW	Cuadro: 23 de 24
POSICIONES:	TODAS	Ma. José Gómez M.
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	
A	Colocación de la tubería en las mesas.	
B	Corte de Tubería	
C	Inspección de medidas de tubería	
D	Esmerilar para realizar un bisel a 60°.	
E	Inspección de ángulo correcto.	
F	Alineación de Tubería	
G	Limpieza de residuos.	
H	Capa raíz - 3/32" ER-70S-6.	
I	Limpieza	
J	Pase o capa caliente - 3/32" ER-70S-6.	
K	Limpieza	
L	Relleno 1 - 3/32" ER-70S-6.	
M	Limpieza	
N	Relleno 2 - 3/32" ER-70S-6.	
O	Limpieza	
P	Capa Final - 3/32" ER-70S-6.	
Q	Limpieza final cepillado y pulido	
R	Inspección y QC del Pulido realizado	

ESTUDIO DE TIEMPOS														
OPERACIÓN										HOJA:		1 de 1		
SOLDADURA TUBERIA DE ACERO AL CARBONO										CUADRO:		24 de 24		
CEDULA:		80		DIAMETRO:		18"		FECHA:		jun-11				
SOLDADURA:				GTAW						OBSERVADO POR:				
POSICIONES:				TODAS						Ma. José Gómez Moreno				
ELEMENTO	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ SUMA	T	Fd	TN
A	8.5	8.1	7.9								24.5	8.17	1	8.17
B	73.8	73.2	76.4								223.4	74.5	1	74.47
C	1.9	2.1	1.4								5.4	1.8	1	1.80
D	46.7	48.5	47.6								142.8	47.6	1	47.60
E	0.9	1.2	1.6								3.7	1.23	1	1.23
F	33.5	34.8	35.2								103.5	34.5	1	34.50
G	9.5	9.2	8.6								27.3	9.1	1	9.10
											T. Basico Ciclo 1		176.87	
											TM1		176.87	
H	28.6	24.5	25.2								78.3	26.1	1	26.10
I	9.6	9.4	8.6								27.6	9.2	1	9.20
J	26.7	28.4	25.6								80.7	26.9	1	26.90
K	10.1	9.5	9.6								29.2	9.73	1	9.73
L	31.2	33.5	29.6								94.3	31.4	1	31.43
M	11.2	10.1	10.5								31.8	10.6	1	10.60
N	29.3	29.9	31.2								90.4	30.1	1	30.13
O	9.5	9.4	10.1								29	9.67	1	9.67
P	31.8	28.8	29.6								90.2	30.1	1	30.07
Q	13.2	15.3	14.9								43.4	14.5	1	14.47
											T. Basico Ciclo 2		198.30	
											TM2		198.30	
Nota:														
T: Tiempo Promedio				Fd: Factor de Desempeño				TM:Tiempo Manual				TN:Tiempo Normal		

- **Suplementos Constantes (TSC)**

$$TSC_1 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_1}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(I_{SNP} + I_{SBF})\% \times TM_2}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{(5 + 4)\% \times 176.87_{min}}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{(5 + 4)\% \times 198.30_{min}}{100\%}$$

$$TSC_1 = \frac{1591.83\%min}{100\%}$$

$$TSC_2 = \frac{1784.7\%min}{100\%}$$

$$TSC_1 = 15.92min$$

$$TSC_2 = 17.85min$$

- **Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)**

$$TSCA_1 = 0 min.$$

$$TSCA_2 = \frac{TM_2 \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = \frac{198.30_{min} \times 15_{min}}{60min}$$

$$TSCA_2 = 49.58min$$

- **Cálculo Final de Suplementos (TTS)**

$$TTS_1 = TSV_1 + TSC_1 + TSCA_1$$

$$TTS_1 = 10.28min + 15.92min + 0min$$

$$TTS_1 = 26.2min$$

$$TTS_2 = TSV_2 + TSC_2 + TSCA_2$$

$$TTS_2 = 26.36min + 17.85min + 49.58min$$

$$TTS_2 = 93.79min$$

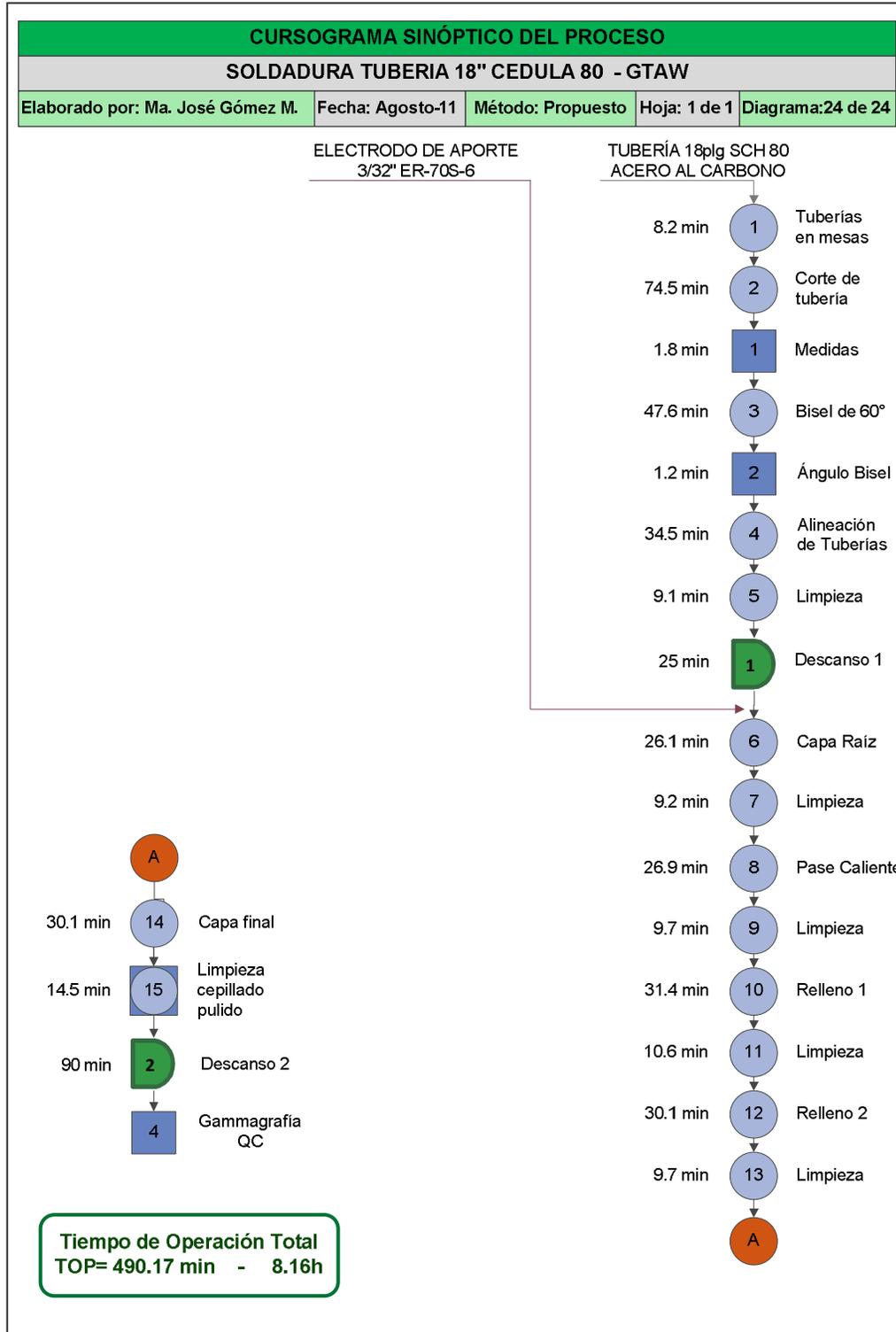
Tiempo Propuesto por Operación – Análisis

Al dividir la operación en dos grupos, antes y durante la soldadura misma podemos observar los diferentes tiempos de descanso que se requieren por la naturaleza de la operación, condiciones atmosféricas y laborales.

Por lo que se recomienda resumiendo los cálculos anteriores es lo siguiente:

TABLA FINAL	Grupo de Elementos	Tiempo de operación (TM) min	T de descanso (TTS) min	Tiempo de Operación Total (TOP)	Porcentaje de Cambio de tiempos %
RESUMEN	A - G	176.87	26.2	203.07	14.81%
	H - Q	198.3	93.79	292.09	47.30%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO			495.16	24.23%
PROPUESTO	A - G	176.87	25	201.87	14.13%
	H - Q	198.3	90	288.3	45.39%
	NUEVO TIEMPO TOTAL DE CICLO PROPUESTO			490.17	23.46%

Cursograma Sinóptico del Proceso Propuesto



6.8. CONCLUSIONES

- Se determinó mediante observación, investigación y análisis, que la mayoría de patologías que pueden relacionarse con MER (movimientos y esfuerzos repetitivos) y Posturas Forzadas, afectan predominante a los miembros superiores de los trabajadores.
- Al realizar la valoración ergonómica con el método RULA para posturas forzadas y el método OCRA para movimientos repetitivos de extremidades superiores, se vio la necesidad de rediseñar el proceso de soldadura, para reducir el índice de enfermedades profesionales en los trabajadores del taller mecánico del Consorcio Azul en el EPF.
- Entre los trabajadores, es habitual que se ignore la relación que existe entre las molestias que sufren cotidianamente y las tareas y esfuerzos reiteradamente repetitivos que realizan en sus trabajos, además muchas veces a causa del desconocimiento por parte del departamento médico en campo, se tratan las patologías de los trabajadores como problemas reumáticos o traumatológicos, sin considerar el factor laboral.
- Las lesiones y enfermedades profesionales ocasionadas, por MER, y posturas forzadas, traen varias consecuencias físicas como dolencias, pérdida de destreza, pérdida de sueño, incluso secuelas permanentes, así como consecuencias financieras tanto para el trabajador y el empleador como ausentismo laboral, gastos médicos, gastos en tratamientos, operaciones, terapias de rehabilitación, medicamentos, indemnizaciones, entre otros.
- El diagrama de operaciones propuesto y adoptado por el Consorcio Azul permitirá establecer tiempos de descanso que estén acorde a los esfuerzos realizados por los trabajadores del taller mecánico, de esta manera se reducirá la fatiga y sobrecarga laboral, permitiendo un lapso de tiempo de recuperación aceptable según los estudios y cálculos realizados.

- Los tiempos de descanso insertados en el diagrama propuesto de operaciones, no afectarán a la naturaleza del proceso de soldadura, ya que, se encuentran estratégicamente divididos al final del primer y segundo sub-proceso, permitiendo así, mantener los buenos procedimientos de calidad en la soldadura.
- Mediante los estudios realizados en el método OCRA, se determinó que la relación de trabajo-descanso debe estar en una proporción de 5 a 1, y mediante el análisis de TGBH de temperatura se determinó que los trabajadores expuestos a esas condiciones de trabajo, deben tener un descanso de 3 a 1, por lo que en el diagrama de operaciones propuesto se observan cumplidas satisfactoriamente estas condiciones, en el Anexo 43 se puede observar cuadro de resumen.

6.9. RECOMENDACIONES

- Se deberá tener en cuenta la actuación del medio para eliminar o reducir el riesgo. Se deberán corregir posturas y movimientos anómalos o forzados, los apoyos prolongados, los movimientos y esfuerzos repetidos. En definitiva, se deben mejorar las condiciones de trabajo. Se deben adoptar medidas organizativas: rotaciones o pausas más frecuentes en el puesto de trabajo, para evitar lesiones.
- Se debe documentar y archivar todas las dolencias y lesiones de los soldadores a causa de su trabajo, realizar pruebas de diagnóstico EMG-ENG¹⁷, con el fin de llevar un control estadístico y así poder prevenir enfermedades de tipo profesional especialmente en las extremidades superiores y en la espalda .

¹⁷ La electromiografía, o EMG, se usa para diagnosticar disfunciones musculares y nerviosas y enfermedades de la médula espinal. Registra la actividad eléctrica cerebral y de la médula espinal hasta una raíz nerviosa periférica (encontrada en los brazos y piernas) que controla los músculos durante la contracción y en reposo.

La electronistagmografía (ENG) describe un grupo de pruebas usadas para diagnosticar los movimientos oculares involuntarios, mareos y trastornos del equilibrio, y para evaluar algunas funciones cerebrales.

- Si un trabajador ha sufrido alguna dolencia a causa de sus actividades y esfuerzos repetitivos, la reincorporación al trabajo se debe realizar con la adaptación ergonómica al puesto que tenían, para evitar que la dolencia se acreciente, el cambio se deberá realizar no únicamente por la persona afectada, sino por todos los trabajadores que cumplan esa función.
- Implementar una mesa neumática en el taller mecánico para controlar la altura y el ángulo de la tubería y así evitar posturas forzadas de los soldadores al momento de realizar su trabajo.
- Se debe facilitar a los trabajadores información sobre los problemas, lesiones y enfermedades relacionadas con la ergonomía, entre otras cosas los síntomas habituales y qué condiciones relacionadas con el trabajo las causan.
- Se debe implantar áreas de descanso adecuadas, en los cuales los trabajadores se encuentren en total confort y relajación de sus músculos, en especial los utilizados en sus actividades repetitivas, con el fin de reducir la fatiga por la carga laboral.
- Para el proceso de soldadura de tuberías de grandes diámetros ≥ 18 plg, para la disminución de tiempos de ciclo, el trabajo se debería realizar entre dos personas simultáneamente, con esto se disminuiría la fatiga del personal, así como los tiempos de descanso incurriendo en un aumento de productividad de la empresa.
- Incorporar el uso de ventiladores en el taller mecánico, cuando existan altas temperaturas ambientales, de esta manera los soldadores disminuirán el estrés térmico.
- Es necesario el uso de un EPP (Equipo de protección personal) más ergonómico para las actividades de los trabajadores, para brindar la mayor comodidad posible al momento de realizar el trabajo, con esto se disminuirían las posturas forzadas.

6.10. MARCO ADMINISTRATIVO

6.10.1. Recursos

6.10.1.1. Recursos Humanos

- Ing. Cesar Rosero, Tutor del proyecto de investigación.
- Ing. Diego Villamarín, Coordinador SSA - Azul.
- Ing. Gabriel Mejía, Coordinador Mecánico - Azul.
- María José Gómez Moreno, Estudiante de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

6.10.1.2. Recursos Institucionales

- Universidad Técnica de Ambato
- Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial
- Consorcio Azul
- PetroAmazonas EP

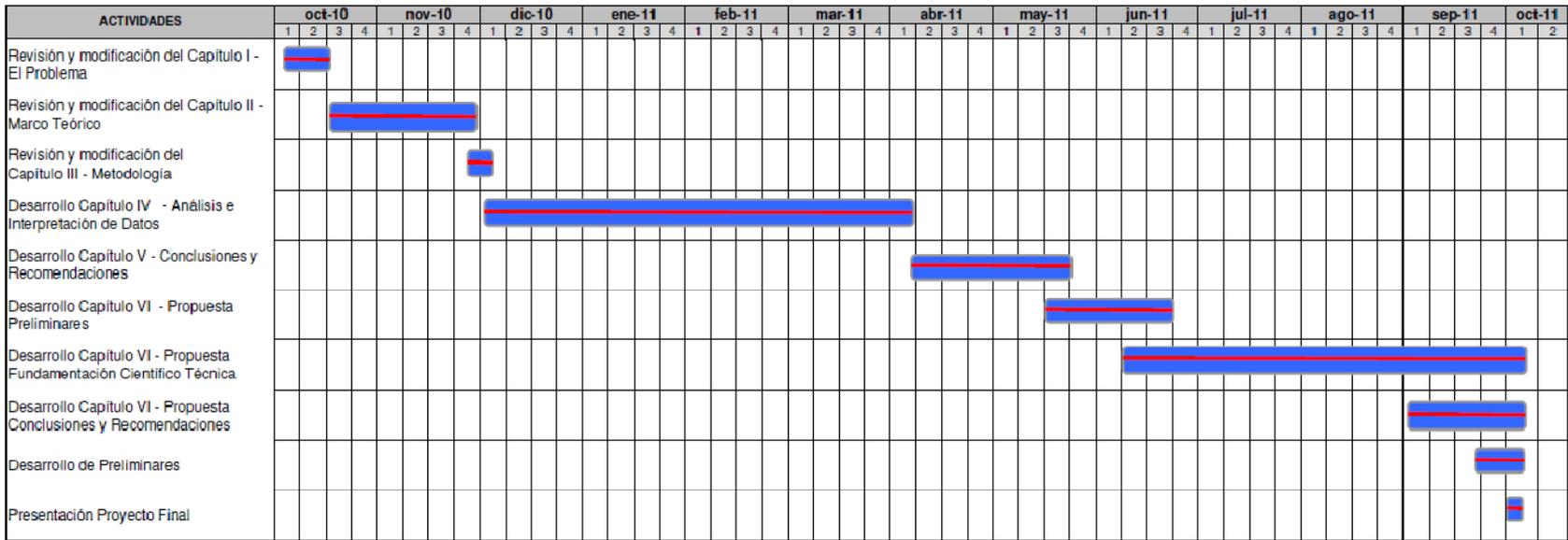
6.10.1.3. Recursos Materiales

- Computador
- Impresora
- Internet
- Libros
- Transporte
- Papel Bond
- Flash Memory
- Material de Escritorio
- Cámara fotográfica
- Video Filmadora

6.10.1.4. Recursos Económicos

N°	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Computador / Internet	810	0.8	648.00
2	Impresora	1	280	280.00
	Impresora	1000	0.1	100.00
4	Libros	1	20.00	20.00
5	Transporte	varios	varios	50.00
6	Papel Bond	1500	0.02	30.00
7	Flash Memory	1	20.00	20.00
8	Material de Escritorio	Varios	30.00	30.00
9	Cámara Fotográfica	1	300.00	300.00
TOTAL				1478.00

6.10.2. Cronograma



BIBLIOGRAFIA

Libros

- NIEBEL, Benjamín, (1996) “Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos” Séptima Edición, AlfaOmega
- PANERO, J y ZELNIK, M, “Las dimensiones Humanas en los Espacios Interiores”. Estándares Antropométricos”
- Código del Trabajo del Ecuador
- Departamento de Salud Ocupacional, Seguridad Industrial, y Control Ambiental **BLOQUE 15 ECUADOR**. Manual de Seguridad Industrial de la UB 15
- Departamento de Salud Ocupacional, Seguridad Industrial, y Control Ambiental BLOQUE 15 ECUADOR Manual de Ergonomía de la UB 15.
- MAYNARD, Harold B. (1998) “Manual de Ingeniería y Organización Industrial” Tercera Edición, Editorial Reverte Colombia, S.A.

Lincografía

- <http://www.muscularmente.com/Cálculos/ergonomia.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos/ergonomia/ergonomia.shtml>
- http://www.ibermutuamur.es/IMG/pdf/Ergonomia_bip19-2.pdf
- http://bvs.sld.cu/revistas/enf/vol22_4_06/enf08406.htm
- http://www.ila.org.pe/publicaciones/docs/guia_riesgos_ergonomicos.pdf
- http://www.ibermutuamur.es/IMG/pdf/Ergonomia_bip20.pdf
- http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/tme/TME_Enfermedades.htm
- <http://www.monografias.com/trabajos35/tipos-riesgos/tipos-riesgos.shtml#ergon>
- <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/posturas.pdf>
- <http://hseqtoolsandprojects.com/fotos/Ergonomia/2Ergonomia.pdf>
- <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=174>

- <http://www.fiso-web.org/imagenes/publicaciones/archivos/2754.pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/2870505/Metodos-de-evaluacion-Ergonomica>
- <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>
- <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1055>
- <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=276>
- <http://saludocupacional.univalle.edu.co/higieneysseguridad.htm>
- http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/biblioteca-legis/resolucion_2400.pdf
- <http://saludocupacional.univalle.edu.co/higieneysseguridad.htm>
- <http://www.prevencionenriesgoslaborales.com/riesgos-laborales-en-la-construccion.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos17/ergonomia/ergonomia.shtml>
- http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012062302009000100009&script=sci_arttext
- http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071795532003000100003&script=sci_arttext
- <http://html.rincondelvago.com/ergonomia-como-ciencia.html>
- <http://ccoo-mmt.blogia.com/2010/030902-la-ergonomia-es-una-herramienta-de-rentabilidad.php>
- <http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/unidad8/unidad8tema4.htm>
- <http://es.scribd.com/doc/28952197/Temperaturas-Extremas-y-Vibraciones>
- <http://riesgofisicotemperaturasextremas.blogspot.com/>
- <http://www.deparisnet.be/Ergonomie/physiologie/espagnol/coursomalchaire%20conferencia%20carga%20fisica.pdf>
- http://www.lexnova.es/Pub_In/Supuestos/supuesto127.htm
- http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_08_MEC01.pdf
- http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CLASE_6

ANEXOS

Anexo 1

Número de ciclos a observar utilizando el criterio de la General Electric

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Información tomada del Manual de Estudio de tiempos de los trabajos Erie de la General Electric Company, desarrollado bajo la dirección de Albert E. Shaw, Gerente de la Administración de Salarios.

Anexo 2

Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales

VALORACION DE SUPLEMENTOS					
OIT. Ejemplo sin valor normativo					
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	H	M		H	M
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	H	M		H	M
A. Suplementos por trabajar de pie	2	4	G. Ruido		
B. Suplemento por postura anormal			Continuo	0	0
Ligeramente incómoda	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
Incómoda (Inclinado)	2	3	Intermitente y muy fuerte	5	5
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Estridente y fuerte		
C. Uso de fuerza/energía muscular			H. Tensión Mental		
(Levantar, tirar, empujar) peso levantando [Kg]			Proceso bastante complejo	1	1
2.5	0	1	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
5	1	2	Muy complejo	8	8
7.5	2	3	I. Monotonía		
10	3	4	Trabajo algo monótono	0	0
12.5	4	6	Trabajo bastante monótono	1	1
15	5	8	Trabajo muy monótono	4	4
17.5	7	10	J. Tedio		
20	9	13	Trabajo Algo aburrido	0	0
22.5	11	16	Trabajo bastante aburrido	2	1
25	13	20 _{max}	Trabajo muy aburrido	5	2
30	17	...			
33.5	22	...			
D. Mala Iluminación					
Ligeramente por debajo de la potencia acumulada	0	0			
Bastante por debajo	2	2			
Absolutamente insuficiente	5	5			
E. Condiciones Atmosféricas					
Índice de Enfriamiento de Kata					
16	0	0			
8	10	10			
4	45	45			
2	100	100			
F. Concentración intensa					
Trabajos de cierta precisión	0	0			
Trabajos precisos o fatigosos	2	2			
Trabajos de gran Precisión o muy fatigosos	5	5			

Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición,

Anexo 3

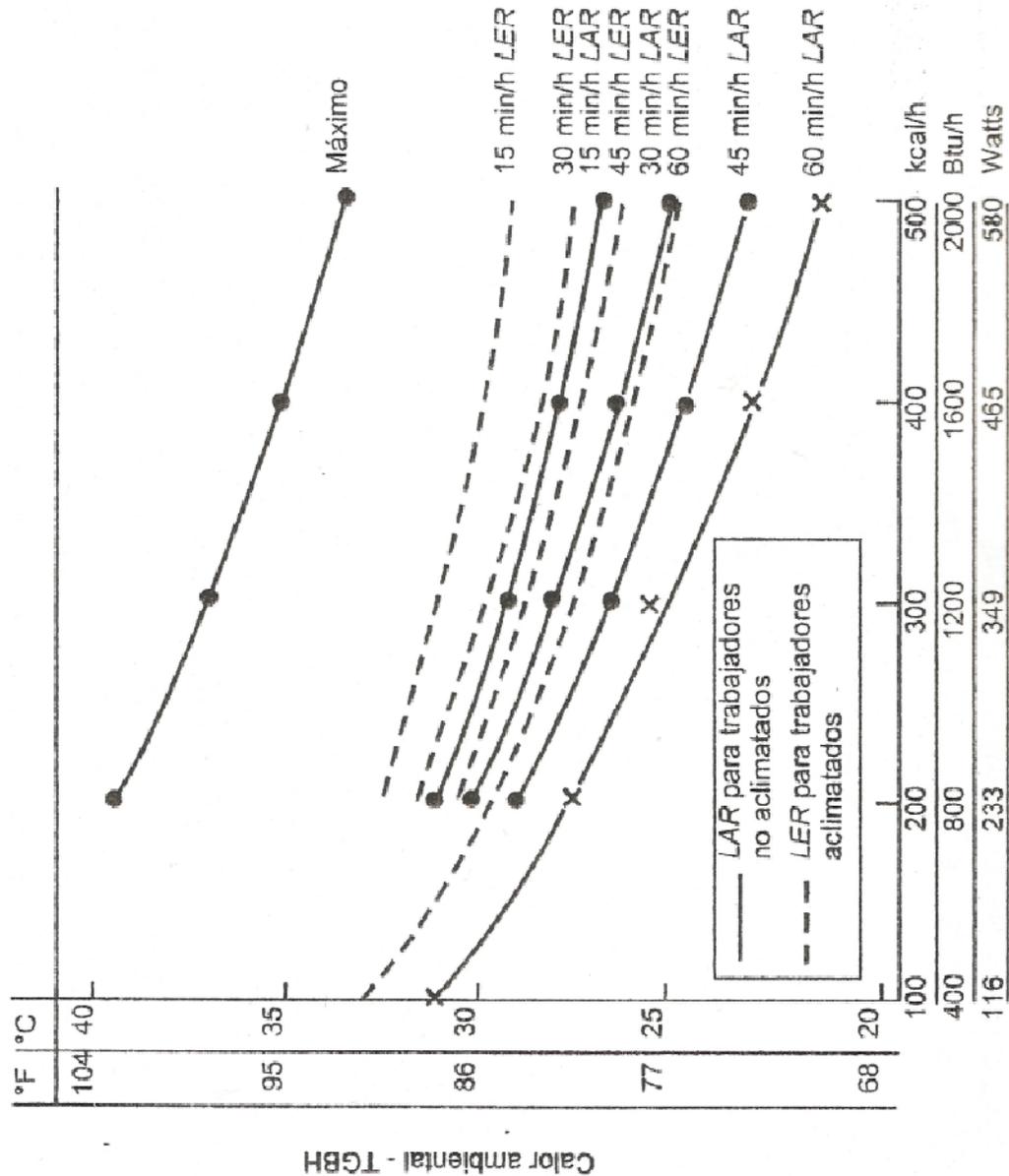
Escalas De Valoración De Ritmo

ESCALAS DE VALORACIÓN DE RITMO						
Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración.						
Escalas				Descripción del Desempeño	Velocidad de marca Comprable	
60 - 80	75 - 100	100 - 133	0 - 100 (norma británica)		(mi/h)	(Km/h)
0	0	0	0	Actividad Nula	0	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	3	4,8
80	100	133	100	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	6	9,6
Partiendo del supuesto de un operario de estatura y facultades físicas medias, sin carga, que camine en línea recta, por terreno llano y sin obstáculos.						
Fuente: Libro: Introducción al Estudio del Trabajo						

Anexo 4

Niveles de estrés por calor, recomendados según calor metabólico (promedio ponderado de tiempo 1h), ciclo para aclimatarse, trabajo/descanso.

(Tomado de NIOSH: 1986).



TGBH=1h tiempo promedio ponderado.

LAR=límite de alerta recomendado para trabajadores no aclimatados.

LER=límite de exposición recomendado para trabajadores aclimatados.

Anexo 5

Clasificación del metabolismo según la profesión

Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²
ARTESANOS		INDUSTRIA SIDERÚRGICA		IMPRESA	
Albañil	60 a 70	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	70 a 75	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Encuadernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Pintor	100 a 130	Moldeador a máquina	105 a 185	Jardinería	115 a 190
Panadero	110 a 140	Fundidor	140 a 240	Conductor de tractor	85 a 110
Carnicero	105 a 140	FERRERÍA Y CERRAJERÍA		CIRCULACIÓN	
Relojero	55 a 70	Herrero forjador	90 a 200	Conductor de coche	70 a 90
INDUSTRIA MINERA		Soldador	75 a 125	Conductor de autocar	75 a 125
Empujador de vagones	70 a 85	Tomero	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Picador de hulla (as ramificación base)	140 a 240	Fresador	80 a 140	Conductor de autobús	80 a 125
Obrero de horno de coque	115 a 175	Mecánico de precisión	70 a 110	Conductor de grúa	65 a 145
				PROFESIONES DIVERSAS	
				Laborante	85 a 100
				Profesor	85 a 100
				Vendedora	100 a 120
				Secretaria	70 a 85

Anexo 6

TABLA K₁: Posturas

TABLA K ₁ : Posturas		
POSTURA	POSICION	K1 (Kcal/min)
SENTADO	Normal	0.05
	Curvado	0.09
	Brazos por encima de los hombros	0.10
DE PIE	Normal	0.16
	Curvado	0.21
	Fuertemente Curvado	0.40
	Brazos por encima de los hombros	0.14
ARRODILLADO	Normal	0.27
	Curvado	0.04
	Brazos por encima de los hombros	0.09
	Brazos elevados	0.06
EN CUNCLILLAS	Normal	0.26

Anexo 7

TABLA K₂: Desplazamientos sin carga

TABLA K ₂ : Desplazamientos sin carga	
HORIZONTAL	0.048
ASCENDIENDO	0.73
DESCENDIENDO	0.20
No incluyen el metabolismo basal (1,1 Kcal/min)	

Anexo 8

TABLA K₃: Esfuerzo musculares sin carga

TABLA K₃: Esfuerzo musculares sin carga		
ZONAS DEL CUERPO AFECTADA	INTENSIDAD DEL ESFUERZO	K₃ (Kcal/min)
1 O 2 MANOS	Ligero	0.50
	Medio	0.80
	Pesado	1.00
1 BRAZO	Ligero	0.90
	Medio	1-40
	Pesado	2.00
2 BRAZOS	Ligero	1.70
	Medio	2.20
	Pesado	2.80
1 O 2 PIERNAS	Ligero	0.70
	Medio	1.10
	Pesado	1.50
CUERPO ENTERO	Ligero	3.20
	Medio	5.00
	Pesado	7.20

Anexo 9

Encuestas - Entrevistas

ENCUESTA A TRABAJADORES

Cargo: _____

Edad: _____

INDICACIONES

En las siguientes preguntas marcar la respuesta que usted considere acertada.

FATIGA FISICA

1. Los esfuerzos realizados en el desarrollo del trabajo están adecuados:

Ítem	Si	No	Desconoce
a. Su capacidad física			
b. A la temperatura ambiental			
c. A su edad			
d. A su entrenamiento			

2. Si realiza trabajos muy pesados, ¿La empresa hace revisiones para controlar su frecuencia cardíaca?

Si	No

3. ¿Existen pausas para descanso establecidas dentro de su horario de trabajo?

Si	No

ERGONOMÍA EN EL PUESTO DE TRABAJO

1. ¿Es adecuada la distancia entre tus extremidades y la actividad que realizas?

Si	No	Desconoce

2. ¿En general dispones de la holgura suficiente para realizar tu trabajo?

Si	No	Desconoce

1 de enero de 2010

3. ¿La altura de la superficie de trabajo es adecuada a su estatura?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Es ajustable la mesa de trabajo que utiliza?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. ¿Tiene espacio suficiente para variar de posición?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. ¿Durante el trabajo, si necesita una herramienta o útil, esta se encuentra a su alcance de manera que no realice movimientos forzados?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. ¿Se dispone de equipos adecuados para el levantamiento de cargas?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Si se han levantado las cargas a mano, se siguen las normas establecidas?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Si trabaja de pie, ¿dispones de una silla para descansar durante las pausas cortas?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Al finalizar su día de trabajo, el cansancio que siente se puede calificar como normal.

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1 de enero de 2010

JORNADA LABORAL

1. El número de pausas durante el día de trabajo son suficientes?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. La duración de las pausas es suficiente?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Consideras adecuada la distribución de las pausas?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Puedes distribuir usted mismo estas pausas a lo largo del día?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. ¿Le piden opinión para el cambio de turno?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. ¿Puede escoger los días de descanso?

Si	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RITMO DE TRABAJO

1. ¿Considera que el tiempo asignado a la tarea que realiza es el adecuado?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. ¿Puede abandonar su puesto de trabajo unos minutos sin que afecte a la producción?

Si	No	Desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1 de enero de 2010

PROTECCION PERSONAL

1. Esta establecido el uso de:

Ítem	Si	No
a. Casco		
b. Gafas		
c. Protectores Auditivos		
d. Mascarilla		
e. Mandil		
f. Guantes		
g. Botas		
h. Mascara Facial		

2. Proporciona la empresa prendas de protección personal?

Si	No	Desconoce

3. ¿Son adecuadas para el riesgo que deben proteger?

Si	No	Desconoce

4. ¿Son cómodas de usar?

Si	No

5. ¿Se revisan periódicamente?

Si	No	Desconoce

6. ¿Hay carteles que indiquen la obligatoriedad del uso de las prendas?

Si	No

1 de enero de 2010

7. ¿Existe capacitación periódica por parte de la empresa sobre la utilización del Equipo de Protección Personal?

Si	No

8. ¿Con que intervalos de tiempo son las capacitaciones?

Diaria	Semanal	Mensual	Otra?. Cual?

SATISFACCIÓN LABORAL

1. Esta usted satisfecho con:

Ítem	Muy Satisfecho	Satisfecho	Poco	Nada
1. Su salario				
2. El tipo de trabajo que realiza				
3. Los compañeros que dependen de usted				
4. Los jefes y superiores				
5. Los compañeros				
6. Las posibilidades de ascenso				
7. La organización del trabajo que actualmente tiene				

2. Que satisfacción tiene usted con la empresa:

Muy Satisfecho	Satisfecho	Poco	Nada

**ENTREVISTA COORDINACIÓN DE SALUD Y SEGURIDAD AMBIENTAL
Y DEPARTAMENTO MÉDICO**

Nombre:

Cargo:

1. ¿Se realizan exámenes pres ocupacionales al ingreso de los trabajadores? ¿De qué tipo?
2. ¿Se realizan chequeos médicos en campo al personal? ¿Con que frecuencia?

semanal	mensual	trimestral	semestral	anual

1. ¿Qué tipo de exámenes de control se realizan a los trabajadores y con qué frecuencia?
2. ¿Se realizan registros o historias clínicas de los exámenes realizados?
3. ¿Se han realizado estudios sobre posturas y movimientos del trabajador? ¿Cuáles?
4. ¿Se lleva un registro de enfermedades musco esquelético de los trabajadores?
5. ¿Con que frecuencia se presentan dolencias musco esqueléticas?
6. ¿Qué enfermedades profesionales se han presentado?
7. ¿Qué tratamiento se da por parte de la empresa para los trabajadores con enfermedades profesionales?

ANEXOS METODO RULA

Anexo 10

Puntuación del brazo

Puntos	Posición
1	desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Extensión >20° o flexión entre 20° y 45°
3	flexión entre 45° y 90°
4	flexión >90°

Anexo 11

Modificaciones sobre la puntuación del brazo

Puntos	Posición
+1	Si el hombro está elevado o el brazo rotado.
+1	Si los brazos están abducidos.
-1	Si el brazo tiene un punto de apoyo.

Anexo 12

Puntuación del antebrazo

Puntos	Posición
1	flexión entre 60° y 100°
2	flexión < 60° ó > 100°

Anexo 13

Modificación de la puntuación del antebrazo

Puntos	Posición
+1	Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo
+1	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo.

Anexo 14

Puntuación de la muñeca

Puntos	Posición
1	Si está en posición neutra respecto a flexión.
2	Si está flexionada o extendida entre 0º y 15º.
3	Para flexión o extensión mayor de 15º.

Anexo 15

Modificación de la puntuación de la muñeca

Puntos	Posición
+1	Si está desviada radial o cubitalmente.

Anexo 16

Puntuación del giro de la muñeca

Puntos	Posición
1	Si existe pronación o supinación en rango medio
2	Si existe pronación o supinación en rango extremo

Anexo 17

Puntuación del cuello

Puntos	Posición
1	Si existe flexión entre 0º y 10º
2	Si está flexionado entre 10º y 20º.
3	Para flexión mayor de 20º.
4	Si está extendido.

Anexo 18

Modificación de la puntuación del cuello

Puntos	Posición
+1	Si el cuello está rotado.
+1	Si hay inclinación lateral.

Anexo 19

Puntuación del tronco

Puntos	Posición
1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$
2	Si está flexionado entre 0° y 20°
3	Si está flexionado entre 20° y 60° .
4	Si está flexionado más de 60° .

Anexo 20

Modificación de la puntuación del tronco

Puntos	Posición
+1	Si hay torsión de tronco.
+1	Si hay inclinación lateral del tronco.

Anexo 21

Puntuación de las piernas

Puntos	Posición
1	Sentado, con pies y piernas bien apoyados
1	De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición
2	Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido

Anexo 22

Puntuación global para el grupo A

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Anexo 23

Puntuación global para el grupo B

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Anexo 24

Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas

Puntos	Posición
0	si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Anexo 25

Puntuación final

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Anexo 26

Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

ANEXOS MÉTODO OCRA

Anexo 27

Tabla de puntuación del factor de recuperación

Factor de recuperación	Puntos
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo.	0
Existen 2 interrupciones por la mañana y 2 por la tarde (además del descanso del almuerzo) de al menos 7-10 minutos para un movimiento de 7-8 horas; o bien existen 4 interrupciones del movimiento (además del descanso del almuerzo); o cuatro interrupciones de 8-10 minutos en un movimiento de 7-8 horas; o bien al menos 4 interrupciones por movimiento (además del descanso del almuerzo); o bien 4 interrupciones de 8/10 minutos en un movimiento de 6 horas.	2
Existen 2 pausas, de al menos 8-10 minutos cada una para un movimiento de 6 horas (sin descanso para el almuerzo); o bien existen 3 pausas, además del descanso para el almuerzo, en un movimiento de 7-8 horas.	3
Existen 2 pausas, además del descanso para almorzar, de entre 8 y 10 minutos cada una para un movimiento de entre 7 y 8 horas (o 3 pausas sin descanso para almorzar); o 1 pausa de al menos 8-10 minutos en un movimiento de 6 horas.	4
Existe una única pausa, de al menos 10 minutos, en un movimiento de 7 horas sin descanso para almorzar; o en 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de movimiento.	10

Anexo 28

Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas dinámicas

ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Puntos
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permite bajo ningún concepto las pausas.	10

Anexo 29

Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas estáticas

ACCIONES TECNICAS ESTATICAS	Puntos
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Anexo 30

Acciones

Acciones
Es necesario empujar o tirar de palancas.
Es necesario pulsar botones.
Es necesario cerrar o abrir.
Es necesario manejar o apretar componentes.
Es necesario utilizar herramientas.
Es necesario elevar o sujetar objetos

Anexo 31

Escala de Borg CR-10

Intensidad del esfuerzo	Escala de Borg CR-10
Ligero	<=2
Un poco duro	3
Duro	4-5
Muy duro	6-7
Cercano al máximo	>7

Anexo 32

Puntuación del factor de postura para el HOMBRO

HOMBRO	Puntos
<i>Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.</i>	
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo.	2
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo.	6
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo.	12
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo.	24

Anexo 33

Puntuación del factor de postura para el CODO

CODO	Puntos
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8

Anexo 34

Puntuación del factor de postura para la MUÑECA

MUÑECA	Puntos
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo.	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo.	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo.	8

Anexo 35

Tipos de AGARRE Puntuación MANOS

AGARRE
Los dedos están apretados (agarre en pinza o pellizco).
La mano está casi abierta (agarre con la palma de la mano).
Los dedos están en forma de gancho (agarre en gancho).
Otros tipos de agarre similares.

Anexo 36

Puntuación del factor de postura para el AGARRE

Duración	Puntos
Alrededor de 1/3 del tiempo.	
	2
Más de la mitad del tiempo.	4
	8
Casi todo el tiempo.	

Anexo 37

Puntuación de los movimientos estereotipados

MOVIMIENTOS ESTEREOTIPADOS	Puntos
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre si).	1,5
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre si).	3

Anexo 38

Puntuación de los factores adicionales

FACTORES ADICIONALES	Puntos
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo.	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más.	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más.	2
Existe exposición al frío (a menos de 0 grados centígrados) más de la mitad del tiempo.	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más.	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más.	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.).	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.).	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo.	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo.	3

Anexo 39

Puntuación del ritmo de trabajo

RITMO DE TRABAJO	Puntos
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse.	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina.	2

Anexo 40

Puntuación para el multiplicador de duración neta del movimiento repetitivo

Duración del movimiento	Multiplicador de duración
60-120 minutos	0,5
121-180 minutos	0,65
181-240 minutos	0,75
241-300 minutos	0,85
301-360 minutos	0,925
361-420 minutos	0,95
421-480 minutos	1
> 480 minutos	1,5

Anexo 41

Tabla de clasificación del Índice Check List OCRA y escala de color para el riesgo asociado al Índice

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Optimo	No se requiere
Entre 5,1 y 7,5	Aceptable	No se requiere
Entre 7,6 y 11	Muy Ligero	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
Entre 11,1 y 14	Ligero	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Entre 14,1 y 22,5	Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Más de 22,5	Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Anexo 42

Puntuación del factor de fuerza según la intensidad de la fuerza

Fuerza moderada (3-4 puntos en la escala de Borg).

Duración	Puntos
1/3 del tiempo.	2
Más o menos la mitad del tiempo.	4
Más de la mitad del tiempo. 	6
Casi todo el tiempo.	8

Fuerza intensa (5-6-7 puntos en la escala de Borg).

Duración	Puntos
2 segundos cada 10 minutos	4
1% del tiempo	8
5% del tiempo 	16
más del 10% del tiempo	24

Fuerza casi máxima (8 puntos o más en la escala de Borg).

Duración	Puntos
2 segundos cada 10 minutos	6
1% del tiempo	12
5% del tiempo 	24
más del 10% del tiempo	32

Anexo 43

Cuadro Comparativo

CUADRO COMPARATIVO MÉTODO ACTUAL Y PROPUESTO										
ANÁLISIS PROPORCIONAL TIEMPOS TRABAJO - DESCANSO										
Operación		NCA	T. Actual Trabajo MR y PF	T. Actual Descanso	Relación Actual	NCP	T. Propuesto Trabajo MR y PF	T. Propuesto Descanso	Relación Propuesta Factores Climáticos y Posturales	
									OCRA 50-10 5 a 1	TGBH 45-15 3 a 1
6" 40 Smaw	Un	4.52	139	7	8.17	3.52	179.89	39.99	4.50	
	Tot	≈ 5	695	85		≈ 4	719.56	159.96		
6" 40 Gtaw	Un	4.96	126	7	7.41	4.01	156.64	37.73	4.17	
	Tot	≈ 5	630	85		≈ 4	626.56	150.92		
6" 80 Smaw	Un	3.58	177	7	9.07	2.77	180.63	57.3	3.15	
	Tot	≈ 4	708	78		≈ 3	541.89	171.9		
6" 80 Gtaw	Un	3.23	197	7	8.32	2.42	204.8	67.6	3.02	
	Tot	≈ 3	591	71		≈ 2	409.6	135.2		

12" 40 Smaw	Un	3.66	173	7	8.87	2.77	175.07	62.4	2.80
	Tot	≈ 4	692	78		≈ 3	525.21	187.2	
12" 40 Gtaw	Un	3.66	173	7	9.26	2.76	176.8	62.1	2.84
	Tot	≈ 4	692	78		≈ 3	530.04	186.3	
12" 80 Smaw	Un	2.64	243	7	10.26	1.93	253.6	87.9	2.88
	Tot	≈ 3	729	71		≈ 2	507.2	175.8	
12" 80 Gtaw	Un	2.58	248	7	10.47	1.92	254.83	87.7	2.90
	Tot	≈ 3	744	71		≈ 2	509.66	175.4	
18" 40 Smaw	Un	2.62	240	11	8.67	1.97	244.13	90.02	2.70
	Tot	≈ 3	720	83		≈ 2	488.26	180.4	
18" 40 Gtaw	Un	2.74	225	11	8.13	2.24	218.4	75.1	2.91
	Tot	≈ 3	675	83		≈ 2	436.8	150.2	
18" 80 Smaw	Un	1.96	325	11	9.02	1.51	326.37	110.6	2.95
	Tot	≈ 2	650	72		≈ 2	652.74	221.2	
18" 80 Gtaw	Un	1.77	360	11	10	1.34	363.97	126.2	2.88
	Tot	≈ 2	720	72		≈ 1	363.97	126.2	