

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Integración de la Ingeniería del Factor Humano en Proyectos Industriales (Human Factor Engineering)

Autor: Paloma Cuesta Juste

Tutor: Luis Cañadas Serrano

Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Integración de la Ingeniería del Factor Humano en Proyectos Industriales (Human Factor Engineering)

Autor:

Paloma Cuesta Juste

Tutor:

Luis Cañadas Serrano

Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Máster: Integración de la Ingeniería del Factor Humano en Proyectos Industriales (Human Factor Engineering)

Autor: Paloma Cuesta Juste

Tutor: Luis Cañadas Serrano

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

*A los que han creído en mí desde
el principio*

Agradecimientos

Quiero agradecer la ayuda que he recibido en la realización de este trabajo a Irene, por su esfuerzo y dedicación, sin ella esto habría sido mucho más difícil para mí, a mis compañeros que con sus pequeñas aportaciones han conseguido darle más importancia a este trabajo y que me han facilitado algunas cosas, y a Pablo, por haberme dado la oportunidad de realizarlo y formarme en esta materia.

También quiero agradecer el apoyo a mi familia, por estar ahí siempre que me ha hecho falta, a mis amigos por darme ánimos y fuerza para acabarlo, a Miguel por ayudarme a no perder la confianza en mí misma.

Paloma Cuesta Juste

Sevilla, 2019

Este Trabajo presenta la importancia de la Ingeniería del Factor Humano y busca una metodología para afrontar el reto de incorporar a los diseños e instalaciones existentes en la industria el Factor Humano. La metodología desarrollada se basa en 3 herramientas, análisis de tareas, listas de comprobación y herramientas de cálculo de distancias. A partir de unos datos de entrada, se llevan a cabo unos procesos los cuales dan como resultado especificaciones y/o recomendaciones de diseño de forma que la solución presentada integre el Factor Humano como una disciplina ingenieril más. Para ejemplificar esta metodología se ha realizado un caso práctico, evaluando el diseño bajo criterios de Human Factor Engineering (HFE), conocido así mundialmente la Ingeniería del Factor Humano.

Abstract

This study discusses the relevance of Human Factor Engineering and seeks a methodology to address the challenge of incorporating the Human Factor into existing designs and facilities in the industry. The methodology developed is based on 3 tools, task analysis, checklists and distance calculation tools. From some input data, processes are carried out which result in specifications and/or design recommendations so that the solution presented integrates the Human Factor as one more engineering discipline. To exemplify this methodology, a practical case has been made, evaluating the design under the criteria of Human Factor Engineering (HFE).

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvi
Índice de Figuras	xvii
Notación	xviii
1 Introducción	1
2 Análisis de mercado	5
2.1 <i>Análisis Coste/Beneficio de aplicación de la metodología</i>	5
2.2 <i>Estudio de Mercado</i>	7
3 Estado del Arte	15
3.1 <i>Pasado</i>	15
3.2 <i>Presente</i>	19
3.3 <i>Futuro</i>	21
4 Elementos y fases de un Proyecto	23
4.1 <i>Introducción a la Metodología</i>	27
4.1.1 Ingeniería Conceptual	27
4.1.2 Ingeniería Básica	27
4.1.3 Ingeniería de detalle	28
4.1.4 Previo a la construcción / Construcción	28
4.1.5 Precommissioning, commissioning y puesta en marcha	28
4.1.6 Operación y mantenimiento	29
5 Servicios Human Factor Engineering por Fase de Proyecto	31
5.1 <i>Ingeniería Conceptual</i>	31
5.1.1 Estudios de prefactibilidad / viabilidad socio-económica:	31
5.1.2 Definición de la estrategia	31
5.2 <i>Ingeniería Básica</i>	32
5.2.1 Estudios HFE	32
5.2.2 PHSER	34
5.2.3 Formación en HFE	34
5.3 <i>Ingeniería de detalle</i>	35
5.3.1 Estudios HFE	35
5.3.2 PHSER	36
5.3.3 Formación en HFE	36
5.4 <i>Previo a la construcción</i>	37
5.4.1 Estudios HFE	37
5.5 <i>Construcción</i>	37
5.6 <i>Pre-commissioning / Commissioning / Start-up</i>	37

5.6.1	Estudios HFE	37
5.6.2	Estudios de Permitting	38
5.7	<i>Operación y mantenimiento</i>	39
5.7.1	Estudios HFE	39
5.7.2	PHSER	40
5.7.3	Formación en HFE	40
6	Desarrollo de la metodología	41
6.1	<i>Ingeniería Conceptual</i>	41
6.1.1	Estudios iniciales	41
6.1.2	Estrategia HFE	42
6.2	<i>Ingeniería básica / de detalle</i>	43
6.2.1	Estudios HFE. Herramientas	43
6.2.2	Diseño de lugares y puestos de trabajo	47
7	Caso Práctico / Aplicación	55
7.1	<i>Ingeniería Conceptual</i>	56
7.1.1	Estudios de prefactibilidad / viabilidad socio-económica:	56
7.1.2	Definición de la estrategia	57
7.2	<i>Ingeniería Básica / de detalle</i>	58
7.2.1	Análisis de tareas	58
7.2.2	Lugares de trabajo	59
7.2.3	Puesto de trabajo	62
8	Conclusiones	63
9	Normativa y legislación	65
9.1	<i>Normativa Internacional</i>	65
9.1.1	Diseño seguro de máquinas e instalaciones	65
9.1.2	Ergonomía	67
9.1.3	Higiene	68
9.2	<i>Normativa Nacional</i>	69
9.2.1	Europa	70
9.2.2	EEUU	71
	Referencias	73
	ANEXO I. Modelos	
	ANEXO II. Lista de tareas	
	ANEXO III. Análisis de tareas	
	ANEXO IV. Lugares de trabajo	
	ANEXO V. Cálculo de distancias	
	ANEXO VI. Puestos de trabajo	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Resultados OCRA	6
Tabla 2-2. Relación OCRA Index y patologías	6
Tabla 2-3. Industrias a las que se aplica HFE	7
Tabla 2-4. Resumen Empresas	7
Tabla 3-1. Therbligs	17
Tabla 3-2. Actividades HFE aplicadas en instalaciones Oil&Gas	19
Tabla 6-1. Frecuencia	44
Tabla 6-2. Duración	44
Tabla 6-3. Probabilidad de sufrir algún daño	45
Tabla 6-4. Niveles de probabilidad	46
Tabla 6-5. Severidad	46
Tabla 6-6. Prioridad	46
Tabla 7-1. Datos antropométricos población europea	56
Tabla 7-2. Relación puestos-zonas	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Diseño no adecuado para mano de obra local	1
Figura 1-2. Relación del ratio de accidentes con la evolución de la industria (Daniellou, y otros, 2011)	2
Figura 1-3. Impacto de las variables en función del tiempo del Proyecto	3
Figura 1-4. Localización incorrecta de una válvula	3
Figura 1-5. Frascos similares de medicamentos distintos	4
Figura 3-1. De Morbis Artificum de Bernardino Ramazzini	15
Figura 4-1. Aspectos que cubre la metodología	24
Figura 4-2. Fases de un proyecto	25
Figura 6-1. Esquema de flujo de información	41
Figura 6-2. Modelo de análisis de tareas	43
Figura 7-1. Modelo 3D de la instalación	55
Figura 7-2. Válvula en alto	60
Figura 7-3. Abertura en suelo zona de descargadero	60
Figura 7-4. Rampa de acceso	60
Figura 7-5. Contrahuella de distintas escaleras	61
Figura 7-6. Anchura de escalera reducida por elemento	61
Figura 7-7. Ubicación de bomba sumergida	62

Notación

ASTM	American Society for Testing and Materials
ATEX	Atmósfera Explosiva
CAD	Computer-Aided Design
CAE	Coordinación de Actividades Empresariales
CCR	Central Control Room
COMAH	Control Of Major Accidents Hazards
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
EEMUA	Engineering Equipment and Material Users Association
EEUU	Estados Unidos de América
EN	Estándar Europeo
EPC	Engineering, Procurement and Construction
FAT	Factory Acceptance Test
FEED	Front-End Engineering Design
FPSO	Floating Production Storage and Offloading
HAZCON	Hazard Construction
HAZID	Hazard Identification
HAZOP	Hazard Operation
HFA	Human Factor Analysis
HFE	Human Factor Engineering
HMI	Human-Machine Interface
HRA	Human Reliability Analysis
HSE	Health, Safety and Environment
IREQ	Aislamiento requerido de la ropa
ISO	International Organization of Standardisation
JTA	Job Task Analysis
O&M	Operación y mantenimiento
OHID	Occupational Hazard Identification
OHRA	Occupational Hazard Risk Assessment
PHSER	Project Health, Safety and Environment Review
PMV	Predicted Mean Vote
PPD	Predicted Percentage Dissatisfied
PRL	Prevención de Riesgos Laborales
PRT	Perception-response time
PSM	Process Safety Management
SA	Situational Awareness
SAGE	Semi Automatic Ground Environment
SCTA	Safety Critical Task Analysis

SIMOP	Simultaneous Operations
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
TLP	Tension Leg Platforms
TOSCA	Total Operation management for Safety Critical Activities
TRA	Task Requirements Analysis
UNE	Una Norma Española
VCA	Valve Criticality Analysis

1 INTRODUCCIÓN

Estamos en la era del cambio, y debemos entrenar la mirada, atender a 'nuestros deberes', con un sentido mayor de urgencia por el factor humano.

Helena Herrero, 2017

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) presenta la relevancia de la Ingeniería del Factor Humano y busca una metodología para afrontar el reto de incorporar a los diseños e instalaciones existentes en la industria el Factor Humano. El Factor Humano es parte fundamental de los procesos y es necesario considerar el bienestar y buen rendimiento de las personas que forman parte del sistema.

Además, una vez se han eliminado los riesgos procedentes del proceso en sí mismo, de las instalaciones, equipos, sustancias, etc., la potencial fuente de peligros que persiste se materializa en el Factor Humano, en las personas.

El factor humano engloba los factores ambientales, organizacionales y laborales, además de las características humanas y del individuo, que influyen en el comportamiento durante el trabajo que puede afectar a la salud y a la seguridad.

Según la Organización Internacional del Trabajo, el Factor Humano es “la aplicación de la biología humana, en conjunto con la ingeniería, al trabajador y a su entorno de trabajo, para obtener la mayor satisfacción laboral y al mismo tiempo mejorar la productividad” (Helander, 1995). Para ilustrar esta situación, se expone el caso de la construcción de una planta en Japón por parte de una entidad estadounidense utilizando las normas y los estándares basados en datos antropométricos de EEUU (International Association of Oil & Gas Producers, 2011), en la Figura 1-1 se observa que las dimensiones utilizadas en la construcción de las instalaciones no son adecuadas para la población local que va a formar parte de la mano de obra de la planta. En el proceso de diseño y construcción no se tuvo en cuenta las características de la población.



Figura 1-1. Diseño no adecuado para mano de obra local

Con el objetivo de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores y de mejorar la productividad en las industrias se presentan los estudios de Factor Humano, de hecho, estos estudios suponen una de las últimas

claves para conseguir esta mejora de la productividad y del bienestar.

La ciencia y la tecnología actual ya optimizan los procesos. Los avances tecnológicos disminuyen la tasa de accidentes, como se refleja en Figura 1-2, que representa cualitativamente la evolución del ratio de accidentes conforme se dan hitos que marcan la evolución de la industria. Alrededor de 1960 se asientan conceptos como la fiabilidad técnica, en 1980 se instauran los sistemas de gestión, destacando los sistemas de gestión de calidad y seguridad, y en 2000 se empieza a establecer de forma más concreta una sistemática sobre el Factor Humano.

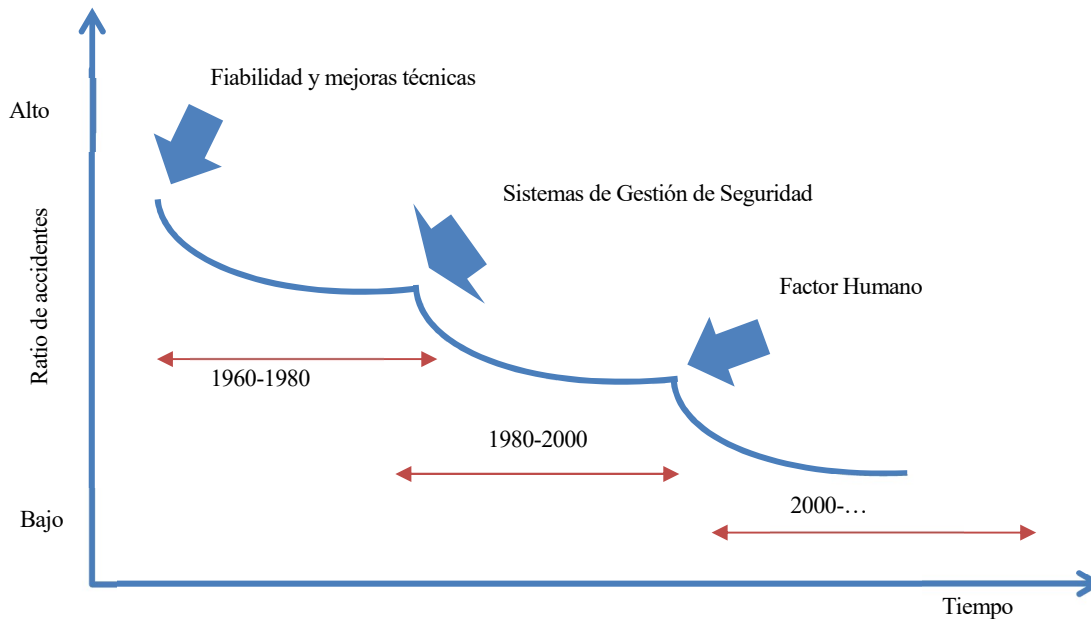


Figura 1-2. Relación del ratio de accidentes con la evolución de la industria (Daniellou, y otros, 2011)

En la actualidad, disminuir aún más esa tasa es complejo, puesto que la tecnología en ese aspecto se encuentra estancada. Por otro lado, también se tienen implementados los sistemas de gestión que permiten también controlar y disminuir los accidentes, pero su capacidad de reducir accidentes, aún más, actualmente es insignificante. Sin embargo, poniendo el foco en el Factor Humano, se puede seguir reduciendo esas tasas de accidentabilidad y se garantiza la seguridad y bienestar de las personas implicadas, así como evitar accidentes catastróficos que involucren aspectos ambientales y a poblaciones ajenas al proyecto.

Además, es beneficioso aplicar este tipo de estudios en las fases de proyecto iniciales, puesto que los costos de los cambios son mucho menores. Realizar las adaptaciones en el proyecto al inicio es económicamente más rentable, el costo de efectuar cambios y de corregir errores suele aumentar considerablemente según el proyecto avanza, como se puede ver en la Figura 1-3. A su vez, es positivo contar con un equipo experto de apoyo en el diseño para minimizar el riesgo y la incertidumbre de realizar el proyecto, puesto que son altas debido a que se desconocen varios aspectos del mismo en el proceso de diseño y es necesario hacer suposiciones e hipótesis (Project Management Institute, 2013).

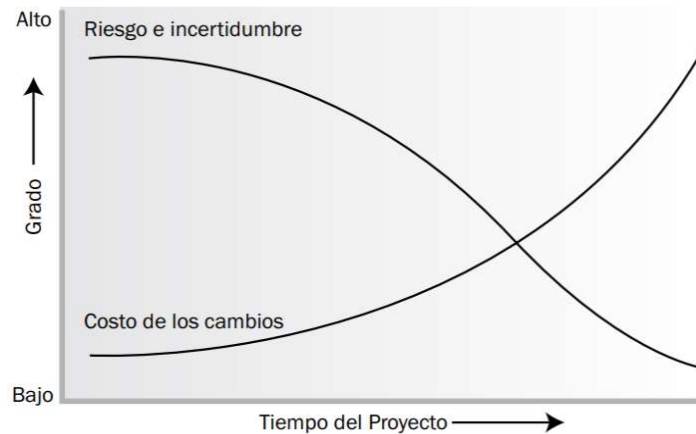


Figura 1-3. Impacto de las variables en función del tiempo del Proyecto

Por otro lado, la ciencia avanza más rápido de lo que el ser humano es capaz de adaptarse, estos cambios suponen la modificación de las formas de trabajo y por ello deben verse estudiados estos cambios para adaptar el proceso al ser humano, y no el ser humano al proceso, para lo cual los estudios de Factor Humano son un apoyo en el diseño y construcción de instalaciones nuevas y existentes, y creación de nuevos puestos de trabajo.

El ámbito en el que se desarrolla este trabajo es fundamentalmente industrial, facilitando y simplificando las tareas que deben realizar los operarios, apoyándose en los conocimientos de percepción, motrices y cognitivos del ser humano. Un ejemplo de ello es la colocación de válvulas, en la Figura 1-4 (International Association of Oil & Gas Producers, 2011). Se puede observar que se ha reducido al máximo el espacio que ocupa la válvula para optimizar el espacio disponible, sin embargo, esto hace que sea complicado accionar la válvula por parte de un operario.



Figura 1-4. Localización incorrecta de una válvula

Los principios en los que se basa la Ingeniería del Factor Humano pueden aplicarse en otros ámbitos, como el sanitario, disminuyendo la probabilidad de cometer un error o un fallo al tratar con pacientes. Por ejemplo, al administrar un medicamento, asegurar que se suministra el medicamento correcto. En ocasiones los recipientes de distintos medicamentos son excesivamente similares, como se puede ver en la Figura 1-5 (Darnell, 1996-2010), dando lugar a equivocaciones en ciertas situaciones de estrés, que simplemente cambiando el color del tapón, la probabilidad de fallo disminuye.



Figura 1-5. Frascos similares de medicamentos distintos

También se pueden utilizar estos conocimientos en otros sectores como pueden ser el comercial, el agrícola...

Por último, hay que destacar los objetivos del presente TFM, que son:

- Realizar un estudio de mercado mostrando la posibilidad de llevar adelante este tipo de proyectos (Análisis de Mercado)
- Definir el contexto histórico-tecnológico sobre la evolución de la materia relacionada con la Ingeniería del Factor Humano (Estado del Arte)
- Definir la metodología que se va a emplear y las herramientas en las que se apoya la misma (Metodología)
- Exponer un caso práctico de aplicación de la metodología (Aplicación)
- Presentar las conclusiones sobre el TFM (Conclusiones)
- Listar la Normativa utilizada de apoyo para la metodología (Normativa)

2 ANÁLISIS DE MERCADO

Si realmente quieres hacer algo, si crees en ello... simplemente sigue adelante, y el éxito vendrá solo

Cassandra Sanford

Se ha realizado un análisis de mercado, para lo cual se ha planteado el análisis coste/beneficio y el estudio de la oferta actual de este tipo de estudios en el mercado.

2.1 Análisis Coste/Beneficio de aplicación de la metodología

El bienestar de los trabajadores influye en la productividad de una empresa. Cuando los trabajadores no se encuentran en buen estado de salud, se produce absentismo, bajas laborales, desmotivación... Este absentismo tiene unos costes “ocultos”, que en muchas ocasiones no se tienen en cuenta. El hecho de no disponer de un trabajador implica horas extra de otros trabajadores, sobredimensionar el número de personal para mantener una producción estable, formación, supervisión, cambios de turno, pérdida de tiempo en producción... (Oxenburgh, y otros, 2005).

Para evidenciar las ventajas de aplicar esta metodología, se ha tomado un ejemplo de un artículo (La rentabilidad de la Ergonomía, 2008).

Ejemplo: Aplicación método OCRA

-
- *En una empresa dedicada al sector alimentario, se decide intervenir en la línea que marca el ritmo de producción realizando **un rediseño de los puestos de trabajo** y consiguiendo una reducción del tiempo de ciclo del 40 %. El estudio se basó en aplicar el método OCRA para valorar el impacto antes y después del rediseño. Los resultados se muestran en la Tabla 2-1.*
-

Tabla 2-1. Resultados OCRA

- *Obtenidos los resultados, el tiempo de ciclo se reduce un 40 %*
- *Según el estudio, la inversión económica se pudo amortizar en 3 meses, al disminuir el coste unitario de producción*
- *Los trabajadores sufren menor riesgo de lesión, con la consecuente disminución en posibles bajas asociadas a esas lesiones. Se ha logrado una reducción de las patologías musculoesqueléticas, Tabla 2-2, de 17,68 %.*

	Tiempo de ciclo (s)	OCRA Index	
		ED	EI
ANTES	47	11	4,6
DESPUÉS	28	3,6	2,3

Tabla 2-2. Relación OCRA Index y patologías

	OCRA Index	Patologías musculoesqueléticas
ANTES	11	26,29 % a 10 años
DESPUÉS	3,6	8,6 % a 10 años
Reducción patologías	-	17,68 %

De acuerdo al estudio se tenían 2 puestos iguales y se trabajaba a 2 turnos, el resultado es de 4 trabajadores expuestos, con la reducción, hacen un índice de 0,70 (4 x 17,68). Asumiendo el coste de una patología musculoesquelética de 38.000€, según ANACT (Agencia Nacional para la Mejora de Condiciones de Trabajo francesa), se tiene un ahorro de:

$$0,70 \times 38.000 = 26.873 \text{ €}$$

Por otro lado, se tienen más beneficios que son aún difíciles de cuantificar, como son la potencial reducción de inventario, al reducir los tiempos de producción

2.2 Estudio de Mercado

Para verificar que este tipo de estudios se piden en el mercado, se realiza un estudio de la oferta actual. Para ello se ha llevado a cabo una búsqueda de empresas que ofrecen servicios similares, e industrias con las que trabajan. A continuación, se mencionan algunos sectores y empresas y se exponen varios de los servicios que prestan en la Tabla 2-3 y la Tabla 2-4 respectivamente.

Tabla 2-3. Industrias a las que se aplica HFE

Industrias	
Petroquímica	Operación y mantenimiento aeroespaciales y de aviación
Metalúrgica	Operaciones marítimas
Minera	Exploración y producción de Oil&Gas onshore y offshore
Química básica	Generación de energía eléctrica convencional (Centrales térmicas, hidroeléctricas...)
Farmacéutica	Energía nuclear
Producción de maquinaria pesada	Energía solar
Transporte pesado marítimo y ferroviario	Energía eólica
Industria papelera	Sector de alimentación

Tabla 2-4. Resumen Empresas

Empresas	País / Oficina principal
Hu Tech	Reino Unido
Systems Technology Inc.	EEUU
ABS Group	EEUU
Design-Concepts	EEUU
The Chris Mee Group (CMSE)	Irlanda y Reino Unido
Explico	EEUU
Risktec	Reino Unido
Mott MacDonald	Reino Unido

Empresas	País / Oficina principal
SynergenOG	Malasia
HFE Consultancy	España
Tecnatom	España
Cidaut	España
C3 HumanFactors	Canadá
Dedale	Francia

Empresas

Hu Tech: consultora especialista en Factor Humano, Ergonomía y gestión de riesgos, que proporcionan apoyo a un amplio rango de sectores. Fundada en 1989, siendo una de las consultoras de Factor Humano y Ergonomía independientes más longevas en Reino Unido (HU-Tech).

- Preparación de documentos clave de HFE
- Selección de estudios HFE
- Análisis de requerimientos de tareas (TRA)
- Salas de control: diseño y análisis funcional, revisión y apoyo a estudios de gestión de alarmas con interfaz usuario-máquina (HMI)
- Análisis crítico de válvulas (VCA)
- Revisión de modelo 3D
- Análisis de flujo y señalización
- Pruebas de aceptación en fábrica (FATs)
- Verificación HFE en fase de construcción
- Seminarios sobre sensibilización y formación sobre HFE
- Apoyo a estudios HAZOP
- Identificación y análisis de tareas críticas de seguridad
- Análisis de error humano
- Datos para informes de casos de seguridad
- Evaluación de entornos de trabajo (NORSOK S-001/2)
- Revisión de conformidad COMAH

Systems Technology Inc.: consultora de ingeniería e investigación, además de desarrolladores de producto. Los ámbitos en los que ofrecen sus servicios son aeroespacial, automoción, defensa, energía y astronomía (STI).

- Seguimiento de tareas críticas
- Entrenamiento para conductores noveles
- Procedimientos de análisis estadístico
- Interfaz usuario-máquina, Sistema piloto-vehículo y simulador de fidelidad
- Modelos de operador, modelado biodinámico, evaluación del operador, comportamiento operador/vehículo

ABS Group: subsidiaria de American Bureau of Shipping, una de las sociedades de clasificación marina y offshore más potentes a nivel mundial. Proporcionan soluciones para gestionar el riesgo en un amplio espectro de industrias, como pueden ser la energética, oil&gas, química... (ABS).

- Análisis de Factor Humano (HFA)
- Análisis de fiabilidad humana (HRA)
- Estudios de conocimiento de la situación (SA)
- Estudios de rendimiento, percepción y facultades cognitivas humanas
- Diseño e integración de Interfaz usuario-máquina
- Diseño de salas de control, análisis de tareas, funciones y relaciones
- Diseño de sistemas de alerta para operadores y automatización
- Estudios de ergonomía, funcionalidad y usabilidad
- Análisis salida, evacuación y rescate
- Factores de resistencia y supervivencia
- Seguridad en el diseño incorporando Factor Humano
- Análisis crítico de válvulas e instrumentos
- Estudios de manipulación de material
- Análisis de tareas de sistemas complejos mediante procedimientos
- Gestión de recursos de equipos
- Estrategias de prevención de error humano
- Sistemas de Seguridad, Salud y Medioambiente (HSE)
- Investigación y reconstrucción de accidentes
- Estudios avanzados de ingeniería

Design-Concepts: empresa formada por diseñadores, ingenieros, investigadores, estrategas y artistas, que diseñan y desarrollan productos y servicios, entre ellos realizan estudios de Factor Humano (Design Concepts).

- Encuestas del entorno (investigación etnográfica)
- Análisis de tareas
- Flujo de trabajo y mapeo de experiencia
- Búsquedas en literatura
- Estudios antropométricos
- Desarrollo conceptual
- Evaluación heurística
- Interfaz digital de jerarquía y estructura de la información
- Pruebas de preferencia
- Análisis de error en uso
- Estudios de usabilidad
- Informes de HFE

The Chris Mee Group (CMSE): una de las empresas más grandes que proporcionan estudios de Seguridad y Salud, formación para consultores de seguridad y servicios medioambientales y de emisiones de carbono en Irlanda. Están especializados en la aplicación de ISO 45001, sistemas de gestión de seguridad y ofrecer servicios de formación sobre seguridad, además de estar certificados en ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001 (CMSE).

- Apoyo a la estrategia y plan de integración de HFE
- Talleres de revisión ergonómica de modelos 3D básicos
- Análisis de tareas y revisión de criticidad
- Taller de gestión de alarmas
- Revisión de diseño gráfica de la disposición e interfaz usuario-máquina de salas de control

Explico: consultora científica e ingenieril especializada en la reconstrucción de accidentes, biomecánica, factores humanos, ingeniería del transporte, y análisis de fallo mecánico (Explico).

- Evaluación de peligros y de seguridad del producto
- Análisis de comportamiento del operario con vehículos, equipos y maquinaria pesada
- Evaluación y documentación de visibilidad, marcas de visibilidad y baja iluminación en el entorno
- Análisis de la percepción visual, atención y tiempo de respuesta (PRT), toma de decisiones y auditorías de percepción en situaciones reales.
- Pruebas con voluntarios
- Análisis de riesgos y seguridad

- Análisis y evaluación de etiquetas de peligro y seguridad

Risktec: empresa fundada en 2001 con el objetivo específico de ayudar a los clientes a gestionar los riesgos derivados de la salud, seguridad, el medio ambiente y los negocios (Risktec).

- Selección de estudios HFE
- Planificación y gestión de la integración de factores humanos
- Planificación de HFE para construcción y commissioning
- Análisis de tareas críticas para la seguridad
- Evaluación ergonómica de salas de control, lugares de trabajo
- Diseño ergonómico de salas de control y lugares de trabajo
- Revisión de modelos CAD 3D
- Análisis crítico de válvulas
- Evaluación de interfaz usuario-máquina
- Gestión de alarmas
- Estudios de carga de trabajo y dotación de personal
- Identificación, cuantificación y reducción de error humano
- Cursos de formación

Mott MacDonald: consultora de ingeniería, gestión y desarrollo a nivel global, enfocada en ayudar a los clientes a superar ciertos retos (Mott MacDonald).

- Nuevas ideas sobre comportamiento
- Diseño de nuevos ambientes de trabajo o remodelación
- Diseño de salas de control y lugares de trabajo
- Diseño de interfaz usuario-máquina (HMI)
- Diseño de puestos y carga de trabajo
- Señalización de vías
- Gestión de la evacuación y de aglomeraciones
- Integración del Factor Humano
- Experiencia de usuario

SynergenOG: empresa consultora de ingeniería, se funda en 2012 y se especializan en la industria energética, cuentan con experiencia en instalaciones oil&gas onshore, offshore, bajo el mar, en extracción... (Synergen OG).

- Identificación de análisis de válvulas
- Revisión de modelo 3D
- Matriz de evaluación ergonómica de Front-End
- Análisis para la prevención y reducción de errores humanos sistemáticos
- Ergonomía de los centros de control

HFE Consultancy: empresa partner de SGS (empresa de inspección, verificación, ensayos y certificación), que proporcionan servicios para mejorar el rendimiento de las empresas basando su trabajo en el Factor Humano (HFE Consultancy).

- Optimización tecnológica de procesos
- Plan de integración de Ingeniería del Factor Humano
- Transferencia de conocimiento
- Diseño orientado al Factor Humano

Cidaut: Fundación para la Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía, su objetivo principal es el de potenciar la competitividad y el desarrollo industrial en las empresas de los sectores del transporte, la energía y en la industria en general (Cidaut).

- Pruebas de laboratorio
- Ensayos en simulador de conducción
- Ensayos en condiciones reales de tráfico con vehículos instrumentados
- Planes de movilidad y seguridad vial para empresa
- Inspecciones de Factor Humano

Tecnatom: Empresa internacional especializada en dar soluciones en cualquier ámbito de los sectores energéticos ya sea nuclear, fósil o energía renovable (Tecnatom).

- Formación
- Ayuda a la operación: ayudas digitales a la operación, reduciendo error humano
- Soluciones de simulación: desarrollo de simuladores de realidad virtual 3D
- Diseño de centros de control
- Operación de planta: Racionalización y optimización de los sistemas de alarmas, desarrollo de procedimientos y manuales de operación y mantenimiento

C3 HumanFactors: consultora de Factor Humano independiente, especializada en la optimización de la interacción de las personas con la tecnología y mejorar la experiencia de usuario. Los sectores principales en los que trabajan son defensa, seguridad pública, minería, transporte y energía nuclear (C3 Human Factors).

- Recopilación de requerimientos de usuario
- Diseño centrado en el usuario
- Pruebas, evaluación e investigación sobre Factor Humano
- Selección de personal y formación
- Trabajo en grupo y diseño de equipos de trabajo (personal)

Dedale: está formada por un equipo multidisciplinar de especialistas en Factor Humano, Ergonomía, Sociología, Ingeniería y Educación para adultos (Dedale).

- Asistencia en Proyecto para definir especificaciones y monitorear la implementación
- Apoyo con el director de proyecto para el análisis de requerimientos de usuario y condiciones de uso, con experiencia en ergonomía y diseño
- Analisis y evaluación ergonómica y auditorías de seguridad en fases de puesta en marcha y operación
- Mapeo de eventos críticos y diseño de la información relacionada con las herramientas adecuadas a la organización
- Analisis de Factor Humano de incidentes y accidentes y ayuda para incorporar la información a bases de datos
- Formación en análisis de incidentes y accidentes

Tras este estudio, se deduce que existe un mercado relacionado con el HFE, por lo que se valida nuestra hipótesis para poder entrar en este mercado. Por otro lado, los estudios que más aparecen son los de *Análisis crítico de válvulas*, *Análisis de tareas*, *Diseño de salas de control*, *Diseño interfaz usuario-máquina*, lo cual nos indica que son un producto que tiene un nivel de oferta alto, por lo que se necesitaría ser competitivos y tener un elemento diferenciador para atraer a las empresas

Sin embargo, hay estudios que se ofertan en menor número, como son el *Diseño de lugares o puestos de trabajo*, o los análisis antropométricos, lo cual nos permite explotar este mercado innovador.

3 ESTADO DEL ARTE

Vivir es como avanzar por un museo: es luego cuando empiezas a entender lo que has visto

Audrey Hepburn

A continuación, se presenta la evolución del conocimiento sobre el Factor Humano, exponiendo los hitos más importantes que marcaron dicho progreso.

La presencia del ser humano siempre ha sido esencial en el trabajo, puesto que es el principal medio por el que se produce. Hasta la incorporación de las máquinas eran el único medio, con el desarrollo de la tecnología las máquinas se integran en el trabajo, pero el ser humano sigue teniendo el papel limitante o facilitador, según la circunstancia, en el funcionamiento del sistema.

3.1 Pasado

Bernardino Ramazzini (1633-1714) realizó una descripción sistemática de enfermedades relacionadas con causas de ámbito laboral, decidió estudiar los misterios y peligros para la salud relacionados con herreros, mineros metalúrgicos, pintores, vidrieros... (Breathnach, 2000).

En su obra *De Morbis Artificum*, Figura 3-1, describe multitud de profesiones distintas focalizando su interés en las posibles causas de las enfermedades que padecen aquellos que desempeñan dichas profesiones y analizando los efectos a largo plazo de agentes químicos, posturas forzadas y tareas estresantes, dando paso así a los primeros estudios para fomentar la seguridad y salud en el trabajo (Leirós, 2009).

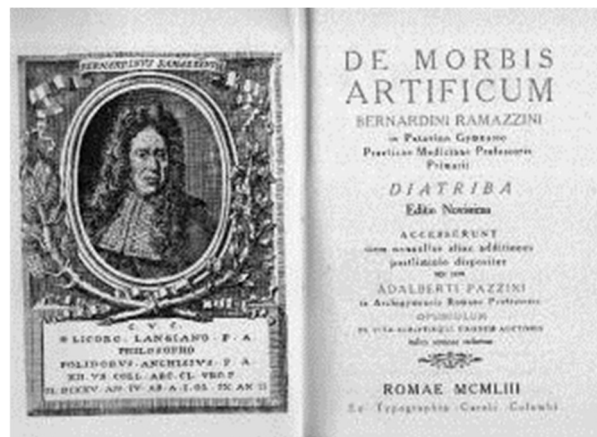


Figura 3-1. *De Morbis Artificum* de Bernardino Ramazzini

Wojciech Bogumil Jastrzebowski (1799-1882), profesor de Ciencias Naturales del Instituto Agrónomo de Varsovia. Fue el primero en acuñar el término ergonomía como la ciencia del trabajo (en griego ergo-trabajo, nomos-ciencia). Definió una división en 2 categorías, la ciencia del trabajo útil y la del trabajo perjudicial. En la actualidad diríamos trabajo eficaz, puesto que se alcanza el objetivo, además de ir mejorando la práctica con el uso y realizando las tareas de forma más eficiente. Mientras que el trabajo perjudicial es aquel que se lleva a cabo de forma incorrecta para las aptitudes y capacidades, físicas o psicológicas del individuo, provocando el daño a materiales o a personas (Leirós, 2009).

Gustav Theodor Fechner (1801-1887), en Elementos de psicofísica demuestra una ecuación que representa cómo la capacidad sensorial humana es medible mediante métodos psicofísicos, iniciando así el estudio matemático y experimental de la mente (Leirós, 2009). El desarrollo de la ley de Weber-Fechner en 1860 establece una relación matemática entre la intensidad de un estímulo y la sensación producida por este, mostrada en la Ecuación 3-1.

$$dp = k \frac{dS}{S}$$

Ecuación 3-1. Ley de Weber -Fechner



















Donde dp se corresponde al cambio percibido por en el estímulo, dS cambio de magnitud del estímulo, S la magnitud del estímulo y k una constante (Lago Huvelle, y otros).

Wilhem Maximilian Wundt (1832-1920) enmarca y define los contenidos teóricos y metodológicos en Principios de la Psicología Psicofísica (1874), asentando la Psicología como ciencia experimental (Leirós, 2009).

Frederick Winslow Taylor (1856-1915) fue pionero en el estudio de la interacción del ser humano con los avances tecnológicos aplicados al trabajo. A pesar de que su enfoque es puramente productivo y basa toda su teoría en aumentar la productividad, busca una mejora en la forma de trabajar fundamentado en un método por tareas (Taylor, 1911). Gracias a estos planteamientos se da el primer paso para considerar la importancia del Factor Humano en el trabajo, sobre todo en la industria.

En 1916 estudios de Lillian y Frank Gilbreth se centran en abordar la fatiga para determinar sus efectos, eliminar la fatiga innecesaria o reducirla al mínimo posible en entornos productivos, disponer de los medios necesarios para superar la fatiga y poner toda esta información al servicio de los trabajadores para su propio provecho (Gilbreth, 1916). Además, inician el estudio de movimientos en el cual definen una serie de movimientos básicos, Therblig en la Tabla 3-1, a partir de los cuales se componen los movimientos de los operarios, en Motion Study: A Method for Increasing the Efficiency of the Workman, dando lugar a algunos conceptos utilizados en métodos, como, por ejemplo, el OCRA.

Tabla 3-1. Therbligs

Therblig	Color	Símbolo	Therblig	Color	Símbolo
Buscar	Negro		Usar	Púrpura	
Encontrar	Gris		Desmontar	Violeta claro	
Seleccionar	Gris claro		Inspeccionar	Naranja oscuro	
Coger	Carmínd		Preposicionar	Azul cielo	
Sujetar	Ocre dorado		Descargar	Rojo	
Cargar	Verde		Retraso inevitable	Amarillo ocre	
Transporte vacío	Verde oliva		Retraso evitable	Amarillo limón	
Posicionar	Azul		Planificar	Marrón	
Montar/ensamblar	Violeta oscuro		Descanso por fatiga	Naranja	

En 1927 y durante 12 años, se llevaron a cabo experimentos en la compañía Western Electric. El valor de los experimentos de la planta Hawthorne, dirigidos por Elton Mayo, reside en que atraen la atención sobre los factores sociales que influyen en el trabajo, y no tanto en los resultados del propio experimento. El experimento genera controversia por la dificultad para interpretar los resultados, dado que es muy complejo disgregar el efecto de cada variable al estudiar los resultados obtenidos sobre el rendimiento de la actividad humana (Bridger, 2009).

Se produce un salto tecnológico importante en la Segunda Guerra Mundial, y dada la complejidad que adquieren los sistemas de aviación quedó de manifiesto la importancia de la psicología en el diseño de equipos y el potencial uso de las simulaciones. Entre los primeros estudios que cubren los aspectos relacionados con el Factor Humano en el diseño de equipos se encuentran aquellos desarrollados bajo la dirección de Sir Frederick Bartlett

realizados en la Unidad de Psicología Aplicada de la Universidad de Cambridge en Inglaterra (Roscoe, 1997).

A su vez, en EEUU se tiene el Comité del Consejo Nacional de Investigación sobre Psicología de la Aviación (National Research Council Committee on Aviation Psychology), liderado por Jack Jenkins de la Universidad de Maryland, que impulsa un amplio rango de investigaciones. Iniciándose una investigación sobre la influencia de la "tensión" psicofisiológica en la destreza durante los vuelos y siendo los primeros experimentos que miden y correlacionan la actuación de los pilotos con sus respuestas fisiológicas (Roscoe, 1997).

Después de la Segunda Guerra Mundial, se llevaron a cabo estudios con el fin de determinar los métodos de diseño de los instrumentos de las aeronaves para mejorar la eficiencia de los pilotos y reducir la frecuencia de los accidentes. Fitts y Jones realizan el estudio en el que se recogieron y analizaron 270 errores cometidos por los pilotos en los instrumentos de lectura e interpretación, originándose así la primera publicación de Factor Humano en la Ingeniería propiamente dicha (Fitts, y otros, 1947).

A finales de la década de 1950, el mundo de la informática estaba en pleno auge, en este ámbito la Ergonomía tiene un claro campo de aplicación. Tras el proyecto militar SAGE (Semi Automatic Ground Environment), Licklider decidió estudiar las posibilidades científicas de la red creada para SAGE, creando una red interactiva. Con su publicación *Man-Computer Symbiosis*, fundamenta la informática personal moderna (Leirós, 2009).

En 1970 se implanta la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional en Estados Unidos, cuyo objetivo era asegurar que los empleadores proporcionaran a sus trabajadores un lugar de trabajo libre de riesgos conocidos para la seguridad y la salud, tales como la exposición a productos químicos tóxicos, niveles de ruido excesivos, peligros mecánicos, estrés por calor o frío, o condiciones insalubres.

En 1974 se crea el comité técnico de Ergonomía en la International Organization for Standardization, que trata los ámbitos de la ergonomía, en particular los principios ergonómicos, antropometría y biomecánica, la interacción usuario-sistema, aborda las características y rendimiento del ser humano, y los métodos para especificar, diseñar y evaluar productos, sistemas, servicios, ambientes e instalaciones (ISO).

En la década de 1980, se empiezan a desarrollar distintas técnicas para abordar los problemas que surgen tras incluir el Factor Humano en los sistemas, como las pantallas de visualización de datos (Wheatley, 1981). También se establecen metas a conseguir a largo plazo, definiendo objetivos y límites de esta nueva disciplina. Se empieza a integrar el Factor Humano en los planteamientos de la creación de sistemas (Sage, 1981).

Paralelamente, tras los accidentes de Seveso (1976), Bhopal (1984) y Chernobyl (1986), por citar los más sonados, queda de manifiesto la importancia del Factor Humano como elemento determinante en accidentes catastróficos.

En 1989 entra en vigor la Directiva (89/654/CEE) relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo en Europa.

En España, es a partir de 1995 cuando se produce un auge en la legislación relacionada con el ser humano en el

ambiente de trabajo, comenzando por la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y posteriormente los Reales Decretos sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajadores.

En Reino Unido entra la ley The Management of Health and Safety at Work Regulations en 1999. Y en el 2000 la American Society for Testing and Materials (ASTM) publica la ATSM F1166. Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment, and Facilities

3.2 Presente

En la actualidad, se tienen normas y estándares que abarcan aspectos específicos, desarrollados en el apartado de Normativa. Además, en industrias como Oil & Gas, la aplicación de estudios de Factor Humano están ampliamente implantados, desde principios de la década de 1990, como se puede ver en la Tabla 3-2. (Robb, y otros, 2012).

También, a nivel europeo, el programa TOSCA (Total Operation management for Safety Critical Activities) pone de manifiesto la necesidad de incorporar a la Seguridad de los proyectos el Factor Humano. El programa se inició en 2013 y finalizó en 2016, se emitieron los informes de resultados en 2018. Muestra la necesidad de mejorar las capacidades de las organizaciones y empresas para abordar la seguridad, no como un segmento aislado del sistema, si no integrado como una parte crítica del proyecto. Los resultados del programa buscan tener implicaciones sociales relevantes. El programa TOSCA propone herramientas para abordar esta situación, como software de diseño 3D, realidad virtual... Además, tras la finalización del programa, su impacto se refleja en una serie de comentarios que repercuten en la norma ISO 9241 sobre diseño centrado en el ser humano (CORDIS).

Tabla 3-2. Actividades HFE aplicadas en instalaciones Oil&Gas

Instalación	Descripción	Año	Ubicación	Actividades HFE
Auger	Tension Leg Platforms (TLP)	1990 2001	Golfo de México	Programa HFE durante el diseño y la construcción Revisión y actualización de la nueva sala de control
Boxer	Plataforma fija en aguas poco profundas	1990	Golfo de México	Auditoria HFE de una pequeña plataforma existente
Harvest	Equipo de perforación en aguas poco profundas	1991	Golfo de Santa Bárbara	Revisión HFE del Sistema de Control de Tráfico Naval
Main Pass 289-C	Plataforma fija en aguas poco profundas	1991	Golfo de México	Evaluación HFE de Sala de Control y diseño del Edificio
Main Pass 252-A	Plataforma fija en aguas poco profundas	1991	Golfo de México	Evaluación HFE de Módulo de Producción y diseño del Edificio

Instalación	Descripción	Año	Ubicación	Actividades HFE
Monarch	Plataforma móvil de casco flotante	1991	Mar del sur de China	Auditoría HFE de diseño total de equipo para la construcción de uno nuevo
Mars and Mars B	TLP	1993 y 2009	Golfo de México	Programa HFE durante el diseño y la construcción
Amy Chouest	Barco de suministro de plataformas de petróleo	1993	Golfo de México	Evaluación HFE de Bridge
Mars Turbine	Recinto de la turbina de gas offshore	1993	San Diego, CA	Revisión HFE del diseño de la turbina y la disposición/plano del conjunto de turbina y carcasa
Schat Watercraft & Survival Systems	Botes salvavidas offshore	1994	Valley Center, CA. & New Iberia, LA	Evaluación HFE para facilitar la operación y mantenimiento
Main Pass 143	Plataforma transfer fija en aguas poco profundas de oil&gas	1994	Golfo de México	Entradas de diseño HFE para convertir una plataforma existente
Ram-Powell	TLP	1996	Golfo de México	Programa HFE durante el diseño y la construcción
Sable Offshore	Tres plataformas de gas offshore	1996	Cerca de la Costa de Nova Scotia, Canada	HFE para el diseño de una plataforma
Ursa	TLP	1998 2001	Golfo de México	HFE iniciado para el proyecto Ursa, Revisión y actualización de la nueva sala de control
Ocean Confidence	Equipo perforador de aguas profundas	1998	A nivel mundial	HFE para la conversión de una plataforma en equipo de perforación
Terra-Nova	Instalación flotante de producción, almacenamiento y descarga	1999	North Atlantic off Newfoundland, Canada	Diseño y planos del panel de desconexión de la torreta
Discoverer Enterprise	Barco perforador	2000	Golfo de México	Equipo HFE evalúa el equipamiento y proceso de perforación
Agbami	FPSO	2000	Nigeria	Revisión de los documentos de diseño del proyecto para requisitos HFE
Na-Kika	TLP	2001	Golfo de México	Entradas de diseño HFE y planos para la sala de

Instalación	Descripción	Año	Ubicación	Actividades HFE
				control
Agbami	FPSO	2001-2007	Nigeria	Programa HFE desde FEED hasta construcción y puesta en marcha y commissioning
Benguela-Belize	Plataforma flexible	2003	Angola	Entradas HFE para diseño CCR
Tahiti	Spar	2004	Golfo de México	Taller de HFE
Baobab Field Development	FPSO	2004	Costa de Marfil	Apoyo HFE en diseño de CCR mediante diseño CAD
Frade	FPSO	2006	Brasil, Campos Basin	Apoyo HFE incluyendo salas de control
Valhall	Plataforma fija en aguas poco profundas	2007	Mar del Norte (Sector Noruego)	Programa de entorno de trabajo estructurado durante el diseño y la construcción
Goliath	FPSO	2010	Mar del Norte (Sector Noruego)	Programa de entorno de trabajo estructurado
Cheviot	Semi sumergible	2011	Mar del Norte (Sector Reino Unido)	Apoyo HFE para diseño de Topside

A pesar de contar con numerosas aplicaciones, la Ingeniería del Factor Humano sigue sin ser bien entendida. En ocasiones, la industria incorpora estos estudios, de forma que en ciertos aspectos sí se aplican los conocimientos de Factor Humano, pero no de manera global en el conjunto del proyecto.

Sin embargo, son cada vez más organismos los que presentan guías para la implementación del Factor Humano en los diseños de instalaciones offshore (American Bureau of Shipping, 2014), así como Buenas Prácticas para el diseño de proyectos (International Association of Oil & Gas Producers, 2011).

3.3 Futuro

Dadas las herramientas tecnológicas desarrolladas y en desarrollo, se facilita la integración del Factor Humano. En el futuro se espera que esta disciplina quede completamente integrada en los proyectos, de igual forma que se tiene la ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería de procesos... y para la construcción se tienen cálculo estructural, diseño eléctrico, diseño de instalaciones neumáticas... El objetivo es hacer que el Factor Humano sea una disciplina más en el conjunto de conocimientos aplicados a la ingeniería. Se espera que con este tipo de estudios esta integración sea simple, factible y que no suponga un gran esfuerzo para las empresas que se dedican a realizar proyectos de Ingeniería.

4 ELEMENTOS Y FASES DE UN PROYECTO

Un científico cree en ideas, no en personas

Marie Curie

En este capítulo se van a explicar algunos conceptos sobre tareas, puestos, las fases de proyecto, etc., la metodología empleada, herramientas que se utilizan, así como algunos servicios concretos que se pueden realizar sobre HFE.

El desempeño del trabajo está formado por 5 elementos principales: personas, entorno, trabajo, equipos de trabajo y organización (International Association of Oil & Gas Producers, 2011). Estos elementos forman parte directa (trabajo, personas y equipo) e indirecta (entorno y organización), de las tareas que se realizan. Con esta metodología se pretende integrar al ser humano y sus tareas en el diseño de las instalaciones nuevas y rediseño de las existentes, elaboración de procedimientos, formaciones, etc.

El puesto de trabajo está definido por las tareas que lo componen, las tareas las realizan los trabajadores con sus características personales particulares (con sus dimensiones físicas y cognitivas, y su influencia en la organización), y para poder llevar a cabo las tareas, se necesitan medios materiales como son los equipos de trabajo. Por otro lado, las tareas se desarrollan en un entorno bajo el amparo de una organización, que también influyen en la ejecución de la tarea, pero de forma transversal.

A su vez, estos elementos interactúan entre sí, de manera que estas interrelaciones también son objeto de estudio.

Todos estos aspectos y sus relaciones se muestran en la Figura 4-1.

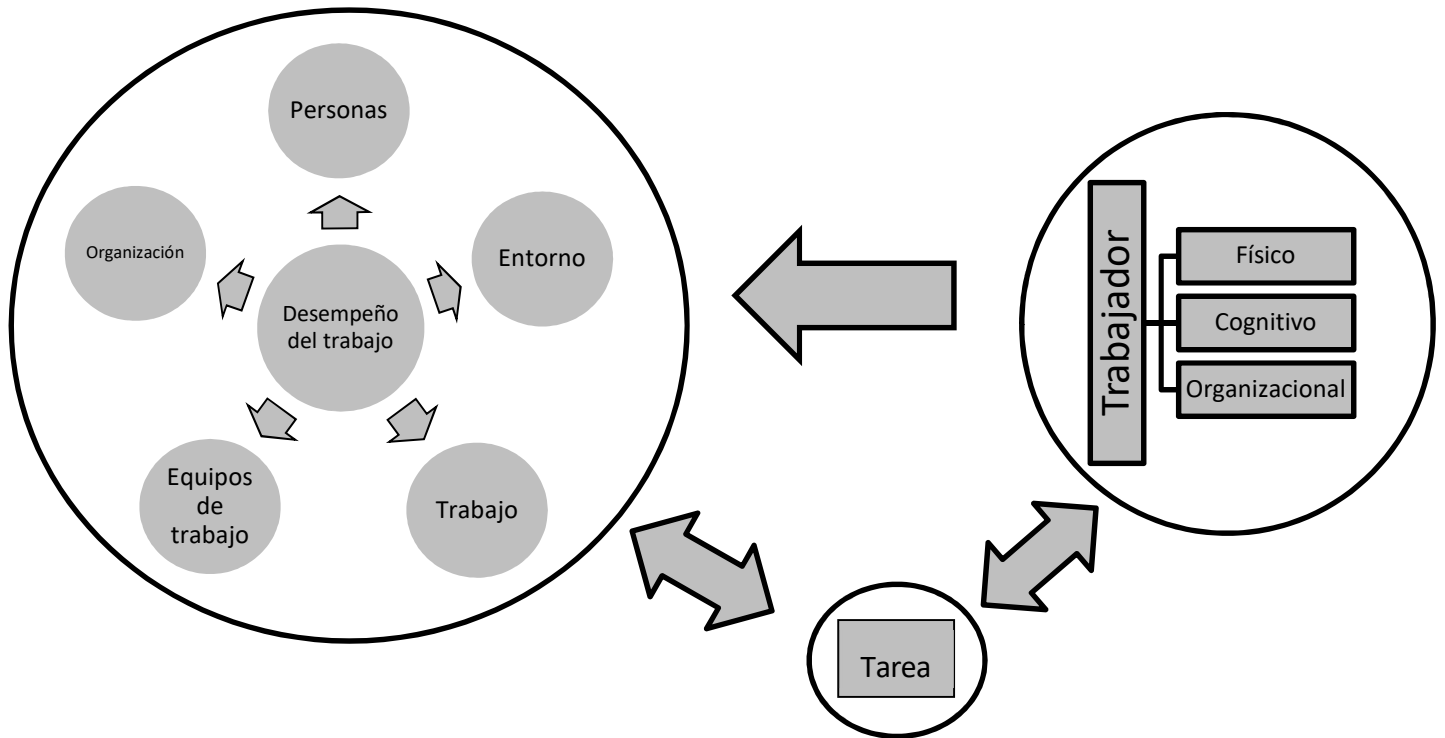


Figura 4-1. Aspectos que cubre la metodología

La metodología de trabajo que se va a desarrollar se fundamenta en servicios de Ingeniería del Factor Humano para lo cual, se ha elaborado una lista de aquellos estudios o análisis susceptibles de ser realizados para apoyar a un proyecto en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Estos estudios y estrategias se comentan en el apartado de Servicios Human Factor Engineering por Fase de Proyecto. En la Figura 4-2, se representan las distintas fases del Proyecto y se agrupan algunos de los estudios o a análisis que se llevan a cabo.



Figura 4-2. Fases de un proyecto

4.1 Introducción a la Metodología

Antes de explicar la metodología se va a exponer brevemente en qué consiste cada una de las fases que configuran un Proyecto y, por otro lado, se presenta una lista no exhaustiva de los posibles documentos que resultan de cada fase y que se utilizarán posteriormente.

4.1.1 Ingeniería Conceptual

La ingeniería conceptual es la que se realiza para plantear el Proyecto, se suelen presentar distintas alternativas y de entre ellas se escoge la opción más idónea. En este punto del Proyecto se estudia la viabilidad técnica y económica del mismo, además de sentar las Bases de Diseño en las que se fundamenta el Proyecto. Se investigan la tecnología y las posibles técnicas existentes para realizar el Proyecto y se realiza un estudio económico preliminar realizando estimaciones, mediante distintas técnicas (estimación ascendente, por bloques, analogía de mercados...) de previsiones de ventas, ingresos, cuota de Mercado, gastos, etc. de forma orientativa. Se realizan estudios de localización, se plantean distintas alternativas y se lleva a cabo el estudio de las mismas aplicando métodos de decisión para elegir la mejor opción.

Como resultado de esta fase de Proyecto se obtienen una serie de documentos, datos e información acerca del mismo, sobre algunos de los cuales se realizará la integración del Factor Humano, como pueden ser (INERCO):

- Diagrama de Proceso
- Balance preliminar de materia y energía
- Definición de equipos del proceso principal
- Definición básica a nivel eléctrica y de instrumentación
- Identificación de servicios auxiliares necesarios (vapor, aire comprimido, agua...)
- Planificación preliminar del Proyecto
- Coste preliminar

4.1.2 Ingeniería Básica

La ingeniería básica presenta el alcance del proyecto, se realizan estudios sobre las mejores técnicas disponibles (un estudio pormenorizado de las técnicas existentes), se analiza la legislación que aplica al proyecto en materia industrial. En esta fase se pueden comenzar a definir los equipos concretos que van a formar parte del proyecto y las características que deben cumplir (potencia requerida, capacidad...). Algunos de los documentos o datos que se extraen de esta fase son:

- Listas de equipos y hojas de datos, especificaciones...
- Diagrama de tuberías e instrumentos y su dimensionamiento
- Diseño y especificación de equipos, recipientes y tanques
- Lay-out preliminar

4.1.3 Ingeniería de detalle

Esta fase del proyecto es la última fase de diseño. En este momento se contacta con proveedores y se seleccionan los equipos que cumplan con las especificaciones presentadas en Ingeniería Básica. Con ayuda de herramientas de diseño 3D se posicionan y localizan todos los elementos que forman parte del proyecto. Se definen los materiales a utilizar, los métodos constructivos que se van a emplear. Y finalmente se realiza una validación de las estimaciones económicas que se realizaron en fases anteriores, puesto que los gastos ya se definen de acuerdo a las compras y servicios necesarios para la consecución del proyecto.

Documentos y datos que resultan de esta fase:

- Lay-Out definitivo de implantación
- Modelo 3D
- Hojas de datos de equipos, líneas, válvulas...
- Guía de operación
- Selección de materiales
- Lista de proveedores
- Presupuesto, mediciones...

4.1.4 Previo a la construcción / Construcción

Antes de comenzar los trabajos se deben preparar ciertos documentos y definir cómo se va a llevar a cabo la construcción.

Posteriormente, se procede a la construcción que está formada por distintas fases de obra, como, por ejemplo:

- Replanteo
- Movimiento de tierras
- Obra civil (cimentación, pilotado, excavación, pavimentación, estructuras de hormigón...)
- Instalación y montaje de equipos
- Instalación de elementos eléctricos y de instrumentación...

4.1.5 Precommissioning, commissioning y puesta en marcha

- Precommissioning: verificación de operabilidad funcional de los elementos que forman el sistema para alcanzar la correcta disposición para realizar las operaciones de Commissioning y Puesta en marcha
- Commissioning: proceso de verificación de las instalaciones, se realizan pruebas sobre los equipos para asegurar el correcto funcionamiento de estos, así como verificar su correcto estado inicial.
- Puesta en marcha: arranque de los equipos, calentamiento o enfriamiento de la instalación...

4.1.6 Operación y mantenimiento

Una vez puesta en marcha la instalación, se procede a su normal funcionamiento, y a mantener programas de gestión de mantenimiento para asegurar que con el tiempo y el uso no se deteriora la instalación ni se pierden las características para las que se ha diseñado. Además, se pueden llevar a cabo proyectos de revamping con sus modificaciones oportunas, surgiendo la necesidad de adaptar las partes nuevas a las partes existentes sin perjuicio de la seguridad para la que se diseñó en un principio.

5 SERVICIOS HUMAN FACTOR ENGINEERING

POR FASE DE PROYECTO

En las distintas fases de proyecto se llevan a cabo estudios, análisis, evaluaciones, etc. de Seguridad y Salud en el Trabajo además de los estudios HFE que se proponen. Se realiza una breve descripción de cada uno de los estudios presentados enmarcados dentro de la fase de proyecto en la que se lleva a cabo.

5.1 Ingeniería Conceptual

5.1.1 Estudios de prefactibilidad / viabilidad socio-económica:

Son aquellos estudios que se realizan de forma previa al inicio del proyecto, se obtienen como indicadores de la adecuación geográfica y de la aceptación e idoneidad social del proyecto que se va a llevar a cabo.

- Análisis de requisitos SST de la normativa local: Recopilación de normativa y legislación a nivel local, regional y nacional. Extracción de requisitos para su posterior incorporación a las especificaciones del proyecto.
- Análisis de datos antropométricos y aspectos culturales con potencial influencia sobre el diseño: Recopilación y estudio de datos antropométricos de la población susceptible de formar parte del proyecto como personal potencial y estudio de sus aspectos culturales.
- Análisis HAZID de riesgos SST en fase de ingeniería conceptual: Identificación de riesgos relacionados con la Salud y Seguridad en el trabajo en un estado preliminar del proyecto durante la ingeniería conceptual.

5.1.2 Definición de la estrategia

Siendo lo habitual:

- Especificación de la normativa SST en peticiones de oferta a Ingenierías / Contratistas de EPC: Relación de normativa aplicable y exigible a las empresas contratistas o que formen parte del proyecto desde el momento en que se presenta la petición de oferta.
- Definición de lista de Estudios HFE que deban abordar Ingenierías / Contratistas de EPC: Listado de los estudios que se deben realizar que son adecuados al proyecto.
- Estudios HFE acometidos por Ingenierías / Contratistas de EPC o por integración de Técnico HFE de empresa especializada en el equipo del Contratista de EPC: Realización de los estudios especificados en el punto anterior.
- Aseguramiento del cumplimiento de requisitos SST en el diseño, mediante las modalidades anteriores

5.2 Ingeniería Básica

5.2.1 Estudios HFE

En esta fase de proyecto es habitual disponer de diseños en 2 dimensiones, por lo que la información que se tiene sólo permite profundizar en algunos aspectos.

5.2.1.1 De lugares de trabajo (2D):

- Requisitos de superficie por trabajador. Alturas de lugares de trabajo. Distancias entre puestos.
- Servicios higiénicos y locales de descanso y primeros auxilios: Definición de estos servicios en función de las necesidades del personal y del proyecto.
- Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones: A partir de los planos, estudiar la adecuación de accesos y vías tanto para vehículos como para peatones.
- Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos, escaleras mecánicas, etc. Definir la geometría más adecuada de estos medios de acceso según normativa y su ubicación de acuerdo a las vías de paso previamente determinadas.
- Diseño de rutas, vías y salidas de evacuación. Puertas de emergencia: a partir de la disposición provista por Ingeniería Básica, determinar las rutas, vías y salidas de evacuación, así como definir la situación de las puertas de emergencia.
- Estudios de ubicación / interferencias entre puestos y equipos: Debido a la localización en conjunto de los puestos de trabajo y de equipos, pueden generarse riesgos que previamente no existen, por lo que, una vez dispuesto el layout, se realiza un estudio para establecer estos riesgos potenciales y optimizar la disposición de forma que estos nuevos riesgos se reduzcan o se eliminen.
- Requisitos de distancias para acometer tareas de mantenimiento y reposición de equipos: Establecer las distancias mínimas de maniobrabilidad para poder realizar operaciones de mantenimiento.
- Requisitos para personas con diversidad funcional. Estudio de requisitos para permitir la accesibilidad y adaptación del puesto de trabajo a personas con diversidad funcional.

5.2.1.2 De puestos de trabajo (2D):

Aspectos ergonómicos:

- Diseño de distancias en el puesto de trabajo, espacio mínimo o distancias máximas requeridas en el puesto de trabajo según la postura adoptada.
- Diseño para evitar/minimizar manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas. Estudio de la actividad que se va a realizar, para determinar las herramientas, máquinas de apoyo, secuencias de trabajo...para evitar o minimizar trastornos musculoesqueléticos.

- Accesibilidad y maniobrabilidad de equipos de trabajo y válvulas de operación normal. Estudio de la ubicación de equipos de trabajo y válvulas de operación normal y de su entorno para facilitar su acceso y utilización.
- VCA: Análisis de válvulas y elementos críticos (equipos para emergencias accidentales y de proceso, equipos de rescate y salvamento): ubicación, accesibilidad y posibilidad de uso en condiciones críticas, señalización. Dada la criticidad de estos elementos, merece especial atención realizar un estudio de los mismos, de forma que su uso quede asegurado en los momentos decisivos, garantizando su visibilidad, accesibilidad y utilización correctas.
- Interfaz usuario-máquina. Integración de Controles, Displays y Alarmas. (EEMUA 191, UNE-EN 894...). Definición de criterios para el diseño e integración de controles, displays y alarmas, tanto en número de señales que puede recibir el operario como su disposición.
- Higiene y habitabilidad (ruido, condiciones termohigrométricas, iluminación, exposición a radiación, campos electromagnéticos, etc.). A partir de los datos disponibles de Ingeniería Básica establecer las fuentes de ruido y sus niveles, disposición de luminarias y niveles de iluminación, estudio de los posibles elementos emisores de radiación y de campos electromagnéticos.
- Diseño de Salas de Control (ISO 11064, ISO 10075, etc.). Estudio de requisitos ergonómicos aplicables al diseño de centros de control, así como a su ampliación, renovación y actualización tecnológica. Tratando ciertos aspectos, como la ordenación de las salas de control, las dimensiones de las estaciones de trabajo, elección, diseño e implementación de pantallas en salas de control para operación y supervisión.
- Señalización y etiquetado. Diseño de la señalización tanto de cartelería, como marcaje del suelo, delimitando zonas peligrosas, vías de paso, la señalización de emergencia...

5.2.1.3 De tareas:

Requisitos derivados de:

- Análisis de tareas del puesto (JTA): El análisis de tareas puede definirse simplemente como el estudio de las actividades que una persona debe realizar, en términos de acciones y procesos mentales, para lograr una meta (Kirwan, y otros, 1992). El proceso consiste en la obtención de las tareas asociadas al puesto y el análisis de las mismas para posteriores estudios (como el análisis de riesgo de tareas o estudios de formación para recursos humanos, etc.)
- Análisis de riesgo de tareas (TRA) y/o Análisis de tareas críticas de seguridad (SCTA). Tras el análisis de tareas se puede evaluar los riesgos asociados a esa tarea. El SCTA incluye este aspecto de forma que permite evaluar el impacto del Factor Humano en los Riesgos de Accidentes Graves, teniendo en cuenta tanto los accidentes graves de proceso como los accidentes fatales de tipo laboral.

- OHID (Occupational Hazard Identification): técnica para la identificación temprana de peligros y amenazas potenciales que afectan a personas, activos, medio ambiente o la reputación de la empresa.
- OHRA (Occupational Health Risk Assessment): Es un método para estimar los riesgos para la salud derivados de la exposición a diversos niveles de riesgo en el lugar de trabajo. El objetivo de una evaluación de riesgos es responder a tres preguntas básicas (NIOSH):
 - ¿Qué puede pasar?
 - ¿Qué probabilidades hay de que ocurra?
 - ¿Cuáles son las consecuencias si esto sucede?

Se estiman riesgos producidos por agentes químicos y agentes físicos como el ruido, la radiación, las lesiones musculoesqueléticas...

5.2.2 PHSER

PHSER ingeniería (estudio independiente) o sesiones de revisión de estudios HFE por especialista HFE de la Propiedad: Revisión de los estudios HFE de forma independiente a los mismos

5.2.3 Formación en HFE

Formación en HFE para el equipo de proyectistas: Presentar al equipo de proyectistas el personal dedicado a realizar los estudios HFE, evidenciar la necesidad y las entradas necesarias para incluir el Factor Humano en los proyectos en general, y definir las entradas y salidas que se deben alcanzar en el proyecto.

5.3 Ingeniería de detalle

5.3.1 Estudios HFE

Los estudios que se explican a continuación son análogos a los de la fase de Ingeniería Básica, pero dada la información disponible en esta fase, estos estudios se pueden realizar utilizando herramientas de diseño 3D y profundizar más en algunos aspectos gracias a que se dispone de las especificaciones de los equipos, se define la ubicación de válvulas, etc.

5.3.1.1 De lugares de trabajo (3D):

- Requisitos de superficie por trabajador. Alturas de lugares de trabajo. Distancias entre puestos
- Servicios higiénicos y locales de descanso y primeros auxilios
- Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones
- Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos, escaleras mecánicas, etc.
- Diseño de rutas, vías y salidas de evacuación. Puertas de emergencia
- Estudios de ubicación / interferencias entre puestos y equipos
- Requisitos de distancias para acometer tareas de mantenimiento y reposición de equipos
- Requisitos para personas con diversidad funcional

5.3.1.2 De puestos de trabajo (3D):

- Diseño de distancias en el puesto de trabajo, espacio mínimo o distancias máximas requeridas en el puesto de trabajo según la postura adoptada.
- Diseño para evitar/minimizar manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas
- Accesibilidad y maniobrabilidad de equipos de trabajo y válvulas de operación normal.
- VCA: Análisis de válvulas y elementos críticos (equipos para emergencias accidentales y de proceso, equipos de rescate y salvamento): ubicación, accesibilidad y posibilidad de uso en condiciones críticas, señalización.
- Interfaz usuario-máquina. Integración de Controles, Displays y Alarmas
- Higiene y habitabilidad (ruido, condiciones termohigrométricas, iluminación, exposición a radiación, campos electromagnéticos, etc.)
- Diseño de Salas de Control (ISO 11064, ISO 10075, etc.)
- Señalización y etiquetado
- Adecuación de equipos a la Clasificación de Áreas (ATEX): una vez realizada la Clasificación de Áreas,

se definen los requisitos de los equipos que se encontrarán en dichas áreas de forma que cumplan con los requisitos mínimos.

5.3.1.3 De tareas:

Requisitos derivados de:

- Análisis de tareas del puesto (JTA)
- Análisis de riesgo de tareas (TRA) y/o Análisis de tareas críticas de seguridad (SCTA).
- OHID (Occupational Hazard Identification).
- OHRA (Occupational Health Risk Assessment).

5.3.2 PHSER

PHSER ingeniería (estudio independiente) o sesiones de revisión de estudios HFE por especialista HFE de la Propiedad

5.3.3 Formación en HFE

Formación en HFE para el equipo de proyectistas

5.4 Previo a la construcción

5.4.1 Estudios HFE

- HAZCON (HAZID para el proceso constructivo): Identificación de riesgos potenciales durante el proceso constructivo
- OHRA (Occupational Health Risk Assessment para el proceso constructivo): Similar al OHRA de las fases de Ingeniería Básica y de detalle, pero aplicado al proceso constructivo.
- Carga de trabajo y dotación de personal: Estudio de la carga de trabajo, física y mental para optimizar el trabajo, de forma que los operarios tengan buena salud física y mental, además de disminuir los fallos que se puedan cometer por la sobrecarga de trabajo. Así como el personal necesario para poder alcanzar los objetivos.
- Estudio SIMOP (Operaciones Simultáneas): Estos estudios se definen, pero no limitan, a la actuación de 2 o más operaciones concurrentes en la misma área o próximas, involucrando a 2 o más partes, requiriendo una evaluación, coordinación, un plan de emergencia, y una dirección apropiadas.
- Definición de los requisitos de competencia y formación para los distintos puestos relacionados con el proceso constructivo: a partir de análisis de tareas del proceso constructivo definir los requisitos necesarios para ocupar el puesto de manera satisfactoria
- Diseño de áreas de descanso, aparcamiento y acopio de materiales: evaluación de las necesidades de zonas auxiliares de descanso, y diseño de las mismas, y cálculo y diseño de zonas destinadas a aparcamiento de vehículos para los trabajadores y el acopio de material necesario durante la construcción

5.5 Construcción

- Seguimiento conclusiones PHSER durante la construcción
- Seguimiento cumplimiento requisitos SST durante la construcción

5.6 Pre-commissioning / Commissioning / Start-up

- Seguimiento cumplimiento requisitos SST en el commissioning
- Puesta a punto del sistema de Coordinación de Actividades Empresariales (Plataformas para Contratas y Subcontratas) para la operación

5.6.1 Estudios HFE

- Definición de los requisitos de competencia y formación para los distintos puestos relacionados con la operación
- Selección de personal conforme a los requisitos de competencia y formación
- Formación específica:
 - Formación sobre la instalación, tareas y riesgos
 - Cursos de sensibilización
 - Cursos de Liderazgo en Seguridad para mandos
 - Cursos de Investigación de accidentes (Análisis Causa Raíz / Árbol de Causas)

- Estudio de cargas de trabajo y dotación de personal de operación y de seguridad

5.6.2 Estudios de Permitting

- Evaluaciones de riesgos laborales: La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse (INSST).
- Clasificaciones de áreas explosivas y evaluación de los riesgos de explosión: en muchas instalaciones se trabaja con productos o sustancias que pueden dar lugar a emplazamientos donde pueden acumularse cantidades y concentraciones peligrosas de gas y/o vapores inflamables. En estos emplazamientos, los aparatos, equipos y sus instalaciones deben ser los apropiados para su utilización en este tipo de atmósferas, por lo que resulta fundamental determinar la Clasificación de Áreas de dichas instalaciones.
- Evaluación de equipos de trabajo: una vez instalados los equipos, se los somete a una auditoría en la cual se asegura que el funcionamiento del mismo no genera nuevos riesgos, y en el caso contrario, se identifican y evalúan los riesgos presentes.
- Plan de emergencia y evacuación: Desarrollo del plan de emergencia mediante el cual se identifican posibles riesgos, se permite conocer y mantener los medios de protección y se establecen procedimientos para mantener la organización y formación para actuar frente a una emergencia.
- Human HAZOP: es la identificación de aquellas intervenciones o tareas críticas en las que un error humano tendría potencial para provocar daños catastróficos en las instalaciones o graves accidentes laborales. Dichas intervenciones se refieren tanto a tareas de operación habitual, como actuaciones de mantenimiento o situaciones de emergencia.

5.7 Operación y mantenimiento

5.7.1 Estudios HFE

De acuerdo a las modificaciones y adaptaciones que se requieran durante la vida útil de la instalación, varios de los estudios realizados en la fase de Ingeniería de detalle son aplicables a los proyectos de revamping, reformas, transformaciones... También es aplicable a la creación de nuevos puestos de trabajo, así como nuevas tareas.

5.7.1.1 De lugares de trabajo:

- Nuevos requisitos de superficie por trabajador. Alturas de lugares de trabajo. Distancias entre puestos
- Servicios higiénicos y locales de descanso y primeros auxilios
- Estudio de nuevos accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones
- Incorporación o modificación de rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos, escaleras mecánicas, etc.
- Rediseño de rutas, vías y salidas de evacuación. Puertas de emergencia
- Estudios de re-ubicación / interferencias entre puestos y equipos
- Requisitos de distancias para acometer tareas de mantenimiento y reposición de equipos nuevos
- Requisitos para personas con diversidad funcional en las modificaciones

5.7.1.2 De puestos de trabajo:

- Rediseño de distancias en el puesto de trabajo, espacio mínimo o distancias máximas requeridas en el puesto de trabajo según la postura adoptada.
- Rediseño para evitar/minimizar manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas
- Accesibilidad y maniobrabilidad de equipos de trabajo y válvulas de operación normal
- VCA: Análisis de válvulas y elementos críticos (equipos para emergencias accidentales y de proceso, equipos de rescate y salvamento): ubicación, accesibilidad y posibilidad de uso en condiciones críticas, señalización.
- Interfaz usuario-máquina. Integración de Controles, Displays y Alarmas
- Higiene y habitabilidad (ruido, condiciones termohigrométricas, iluminación, exposición a radiación, campos electromagnéticos, etc.)
- Rediseño de Salas de Control (ISO 11064, ISO 10075, etc.)
- Nueva señalización y etiquetado
- Adecuación de equipos a la Clasificación de Áreas (ATEX)

5.7.1.3 De tareas:

Requisitos derivados de:

- Análisis de tareas del puesto (JTA)
- Análisis de riesgo de tareas (TRA) y/o Análisis de tareas críticas de seguridad (SCTA).
- OHID (Occupational Hazard Identification).
- OHRA (Occupational Health Risk Assessment).

5.7.2 PHSER

PHSER ingeniería (estudio independiente) o sesiones de revisión de estudios HFE por especialista HFE de la Propiedad para el proyecto nuevo.

5.7.3 Formación en HFE

Formación en HFE para el equipo de proyectistas

6 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La metodología que se va a desarrollar se centra en las etapas de diseño de un Proyecto (Ingeniería Conceptual, Básica y de detalle), puesto que son parte fundamental y son estas las etapas en las que más se puede influir en el diseño.

6.1 Ingeniería Conceptual

Son aquellos estudios que se realizan de forma previa al inicio del proyecto, se obtienen como indicadores de la adecuación geográfica y de la aceptación e idoneidad social del proyecto que se va a llevar a cabo.

6.1.1 Estudios iniciales

En general, para realizar los estudios se sigue el esquema de la Figura 6-1:



Figura 6-1. Esquema de flujo de información

Paso 1. Recopilación de información sobre el Proyecto

A la entidad se le socilitan documentos y especificaciones sobre el Proyecto que se quiere realizar.

Paso 2. Obtención de normativa aplicable acorde al proyecto

En base al emplazamiento donde se localice el Proyecto y al sector al que pertenezca, se selecciona la normativa aplicable.

Paso 3. Extracción de requisitos

De la normativa y legislación internacional y local, buenas prácticas reconocidas, etc., se extraen los requisitos que debe cumplir la instalación.

Paso 4. Trasladar los requisitos al proyecto

Una vez se han definido los requisitos, junto con la Ingeniería o el Contratista de EPC, se puede comenzar a diseñar y dar paso a Ingeniería Básica.

6.1.2 Estrategia HFE

Se tienen distintas formas de abordar la estrategia para implantar HFE, dependiendo de la magnitud y dificultad del proyecto que se va a realizar. Los aspectos que hay que tener en cuenta la hora de plantear la estrategia son (International Association of Oil & Gas Producers, 2011):

- Grado de cambio o novedad en la tecnología utilizada
- La criticidad de la instalación (por su peligrosidad o influencia para la seguridad y el medio ambiente)
- Contexto operacional (geográfico, climático...)

Para proyectos sencillos puede ser suficiente la revisión por parte de un especialista en HFE, mientras que para proyectos complejos puede ser necesario plantear sesiones estructuradas utilizando procedimientos para la selección de los estudios a realizar.

6.2 Ingeniería básica / de detalle

6.2.1 Estudios HFE. Herramientas

Las herramientas esenciales que se utilizan para integrar la Ingeniería del Factor Humano son los análisis de tareas, las listas de comprobación (check-list) (Bridger, 2009) y la herramienta de Cálculo de distancias.

6.2.1.1 Análisis de Tareas

El análisis de tareas (JTA) se realiza con 2 propósitos principales, uno de ellos es destinado a Recursos Humanos, para crear los perfiles profesionales más adecuados a los puestos de trabajo en base a las tareas que se realizan.

El otro propósito es identificar las tareas para luego realizar una evaluación de riesgos y con ayuda de estas técnicas y mediante las listas de comprobación que mejor se adaptan a las tareas que se describen, se realiza el diseño de la instalación.

El análisis de tareas se ha planteado siguiendo un método basado en preguntas. Utilizando un modelo con el siguiente encabezado, Figura 6-2, en el que se indica el estudio que se realiza (Análisis de tareas), la tarea que se analiza, una breve descripción de la misma, empresa que solicita el análisis, y el área y puesto de trabajo a los que pertenece la tarea. Por otro lado, se tiene también la fecha en la que se realiza el análisis, para disponer de una trazabilidad en el caso de que se dieran cambios en alguno de los aspectos que implican a la tarea y la persona responsable de realizar dicho análisis.

Las preguntas que se realizan son las siguientes:

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	09/07/2019
Empresa	Cementera	Alineamiento de válvulas	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		1	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas		Respuestas	

Figura 6-2. Modelo de análisis de tareas

- **¿Se tiene historial sobre la tarea?** Recopilar histórico de accidentes e incidentes.
- **Nivel de criticidad de la tarea en el proceso:** para conocer la exigencia de la misma, de forma que la responsabilidad del puesto sea acorde a la tarea y se pueda conocer la tolerancia a los fallos que se puede permitir al realizarla.
- **¿Quién?** Aunque la tarea va asociada a un puesto, es posible que otras personas, en puestos distintos, tengan algún papel en la tarea, ya sea como apoyo, supervisión...
- **¿Dónde?** El lugar físico en que se produce la tarea, como puede ser un pasillo de bombas, el interior de un tanque, una sala de compresores...
- **¿Cuándo?** Franja horaria en la que se suele realizar, puesto que existen diferencias notables entre las condiciones de trabajo diurno y nocturno
- **¿Frecuencia?** Con que frecuencia se realiza la tarea
- **¿Duración?** Durante cuanto tiempo sin descanso se realiza la tarea
- **¿Ambiente acústico?** Estudiar la posible presencia de fuentes de ruido

- **¿Ambiente térmico?** Estudiar las condiciones termohigrométricas que rodean al trabajador durante la tarea
- **¿Se necesitan herramientas?** Si es así, estudiar los riesgos que vienen asociados a los mismos.
- **¿Se necesitan equipos?** Si es así, estudiar los riesgos que vienen asociados a los mismos.
- **¿Se utilizan químicos?** Si es así, estudiar los riesgos que vienen asociados a los mismos
- **¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?** Realizar una lista de las operaciones necesarias

A partir del resultado del análisis de tareas, se establecen las prioridades en el diseño, se eligen las listas de comprobación adecuadas, y se procede a definir las características principales de los lugares y puestos de trabajo, teniendo en cuenta los aspectos relevantes obtenidos en el análisis de tareas.

6.2.1.1.1 Priorización de tareas

En la realidad un puesto puede estar formado por un número elevado de tareas, y una instalación puede contar con una lista de puestos extensa, generando un volumen de trabajo considerable. Sin embargo, muchas de estas tareas no necesitan ser estudiadas en profundidad. Por ello se lleva a cabo una priorización, en la que las tareas más críticas, peligrosas o con mayor probabilidad de generar un daño son estudiadas en profundidad para minimizar o eliminar ese daño potencial.

Para llevar a cabo esta priorización es necesario tener el análisis de riesgos preliminar de las tareas. A partir de la frecuencia, Tabla 6-1, y duración de la tarea, Tabla 6-2, se obtiene un índice de probabilidad de que ocurra un daño.

Tabla 6-1. Frecuencia

Magnitud	Valor	Descripción
Muy alta	5	10-100 veces al día
Alta	4	1-10 veces al día
Media	3	1 vez a la semana
Baja	2	1 -3 vez al mes
Muy baja	1	1 vez al año

Tabla 6-2. Duración

Magnitud	Valor	Descripción
Alta	5	Horas
Media	3	Minutos
Baja	1	Segundos

Tabla 6-3. Probabilidad de sufrir algún daño

		Frecuencia				
		Muy alta (5)	Alta (4)	Media (3)	Baja (2)	Muy Baja (1)
Duración	Alta (5)					
	Media (3)					
	Baja (1)					

De la

Tabla 6-3 de probabilidad se extraen 4 niveles cualitativos, que se presentan en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4. Niveles de probabilidad

Magnitud	Valor	Color
Muy alta	4	Rojo
Alta	3	Naranja
Media	2	Amarillo
Baja	1	Verde

Para el cálculo de la severidad se han utilizado los criterios del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo para las evaluaciones de riesgos, Tabla 6-5.

Tabla 6-5. Severidad

Magnitud	Valor	Descripción
Extremadamente dañino	5	Muerte o lesiones permanentes, enfermedades crónicas que acorten severamente la vida
Dañino	3	Lesiones no permanentes, enfermedades
Ligeramente dañino	1	Daños superficiales, molestias (no requieren tiempo de recuperación)

Y de la probabilidad de sufrir daño al realizar la tarea junto con su severidad si se materializara, se obtiene el daño potencial, del cual se extrae la priorización de la tarea.

Tabla 6-6. Prioridad

		Probabilidad			
		Muy alta (4)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Severidad	Extremadamente dañino (5)				
	Dañino (3)				
	Ligeramente dañino (1)				

Todas las tareas que resulten con prioridad media, alta y muy alta, deben ser estudiadas, puesto que no se puede aceptar dejar este tipo de tareas sin análisis bajo ningún concepto. Las tareas con prioridad baja, podrán estudiarse si se tiene la posibilidad, si el volumen de trabajo es excesivo, estas serán las tareas que queden sin un análisis exhaustivo, sin embargo, siempre será positivo realizar el análisis del mayor número de tareas posible.

Magnitud	Color	Prioridad
Muy alta	Rojo	Prioridad muy alta, la tarea tiene que ser analizada en profundidad
Alta	Naranja	La tarea tiene que ser analizada
Media	Amarillo	La tarea debe ser analizada

Baja	Verde	Evaluar la necesidad de analizar la tarea
------	-------	---

Esta priorización se lleva a cabo mediante la herramienta de Análisis de tareas, en la pestaña Lista de tareas del ANEXO I. Modelos, en la cual se han programado las magnitudes y valores de los parámetros empleados en la priorización.

6.2.1.2 Listas de comprobación

Las listas de comprobación son una herramienta fácil de utilizar, y es una forma sistemática de aplicar una serie de criterios, que se fijan al inicio del estudio y con ayuda del análisis de tareas. Se han desarrollado una serie de listas de acuerdo a normativa internacional (Directivas europeas, Normas ISO...) y nacional (Normas UNE, Reales Decretos...) en este caso.

Las listas están divididas en documentos Excel, recogidas en el ANEXO I. Modelos, se tienen:

- Lugares de trabajo
- Puestos de Trabajo
- Salas de Control

En el apartado 6.2.2 se explican en mayor profundidad, los documentos de Lugares de trabajo y Puestos de trabajo que cubren los aspectos que forman parte de los diseños. En el documento de Salas de control se establecen documentos de entrada, métodos, procedimientos, requisitos o requerimientos a seguir, y resultado que se espera obtener.

6.2.1.3 Cálculo de distancias

Una vez que se han establecido las tareas y las posturas en las que se llevan a cabo, mediante la herramienta Cálculo de distancias, y disponiendo de datos antropométricos asociados a una nacionalidad, se obtienen medidas y distancias, mínimas, máximas o recomendadas, tanto de trabajos habituales como para tareas de mantenimiento. Estas medidas serán la referencia para el diseño, sobre plano o modelo 3D, se toman medidas de las dimensiones de las partes de la instalación ya diseñada, como por ejemplo las aberturas y accesos a equipos, y se comparan con las medidas de referencia. En el caso de que las medidas estén fuera del rango o valor recomendado, se aconseja abordar un rediseño para poder adaptar el diseño de la instalación a los operarios. El proceso consiste en recopilar las posibles posturas y los accesos a los que se debe acceder, mediante el Excel Cálculo de distancias, seleccionar las posturas correctas, así como las dimensiones aplicables a cada equipo o acceso, y por otro lado recopilar las medidas reales que se han diseñado para dichos elementos. Uniendo toda esta información se procede a la validación del diseño o a la generación de recomendaciones.

6.2.2 Diseño de lugares y puestos de trabajo

Los estudios que se explican a continuación son análogos para la fase de Ingeniería Básica y para la fase de Ingeniería de detalle, dada la información disponible en esta fase, estos estudios se pueden realizar utilizando herramientas de diseño 2D o 3D y en Ingeniería de detalle se puede profundizar más en algunos aspectos gracias

a que se dispone de las especificaciones de los equipos, se define la ubicación de válvulas, etc.

A continuación, se presenta la metodología de algunos estudios concretos por la especial relevancia observada en el estudio de mercado, el *Diseño de lugares y puestos de trabajo* por su carácter innovador (como diseño integrando el Factor Humano) y en particular dentro del diseño de puestos, *Diseño de salas de control*, por ser un estudio muy solicitado en el mercado.

Antes de presentar la metodología, se van a explicar algunos conceptos esenciales:

Lugar de trabajo: aquellas áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en la que las personas deben permanecer o deben acceder debido a su trabajo (ISTAS).

Puesto de trabajo: tiene en cuenta el equipo, el mobiliario, y otros instrumentos auxiliares de trabajo, así como su disposición y dimensiones, y las tareas que lo configuran.

El estudio parte de una solución arquitectónica inicial, es un proceso iterativo en el que se tiene que encontrar un equilibrio entre los requisitos exigidos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y la Ingeniería del Factor Humano y el diseño constructivo viable según los códigos de edificación y requisitos del proceso.

El estudio se divide en 2 partes, por un lado, los lugares y por otro los puestos, que incluyen algunos aspectos de las tareas.

6.2.2.1 Diseño de lugares de trabajo

El proceso se define por los documentos de entrada, el estudio de los aspectos que forman parte del lugar de trabajo, y unos documentos de salida, que recogen los requisitos mínimos de diseño y las soluciones propuestas.

Los documentos principales de entrada para llevar a cabo el diseño son:

- Estudio antropométrico de población
- Análisis de tareas que se realizan
- Planos de planta y alzado, teniendo en cuenta los espacios disponibles/habitables y/o modelo 3D de construcción
- Planos de implantación preliminares de equipos e instalaciones (tuberías, cableado...), o la lista de equipos y sus potenciales ubicaciones y/o modelos 3D de implantación
- Entorno en el que se localiza

Los siguientes son los pasos a seguir para aplicar la metodología:

1. Se establecen las distancias mínimas entre puestos, y superficie por puesto (pestaña General de Lugares de Trabajo)
2. Servicios higiénicos y locales de descanso y primeros auxilios. De acuerdo a la Directiva 89/654/CEE, y con ayuda de la lista de comprobación (pestaña Servicios higiénicos, descanso del Excel Lugares de Trabajo). Se establece, según la necesidad del lugar de trabajo, un lugar destinado al descanso, así como el número de servicios higiénicos y su dimensionamiento y disposición, además de instalar servicios de primeros auxilios adaptados a la instalación en caso necesario.
3. Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones. Según las necesidades previstas

del proceso o la instalación, definir el número de accesos. Determinar los flujos de trabajo de acuerdo a la maquinaria y una vez definida la ubicación de los puestos, para establecer las vías de circulación y paso seguras, de forma que se minimice la confluencia de tráfico rodado, maquinaria y personas y las distracciones e interrupciones que pueda ocasionar el flujo continuado de personal.

4. Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos, escaleras mecánicas, etc. De acuerdo a la Directiva 89/654/CEE, selección y dimensionamiento de los medios de acceso, con ayuda de la lista de comprobación (Rampas, escaleras del Excel Lugares de Trabajo)
5. Diseño de rutas, vías y salidas de evacuación. Puertas de emergencia. Tras realizar el estudio de accesos y vías de circulación y paso, se estudian las posibles rutas, vías y salidas de evacuación más adecuadas que cumplan con los requisitos mínimos de seguridad, de acuerdo a la legislación específica del país.
6. Estudios de ubicación / interferencias entre puestos y equipos. Establecer distancias mínimas para evitar la interferencia entre puestos y/o equipos, como por ejemplo equipos que emitan radiaciones ionizantes, establecer un perímetro fuera del cual es seguro trabajar; donde exista peligro de proyecciones, instalación de pantallas; separación física de fuentes de ruido respecto a otros puestos..., estudio de la no compatibilidad de las actividades que se llevan a cabo, para realizar el estudio de la ubicación óptima de las mismas.
7. Requisitos de distancias para acometer tareas de mantenimiento y reposición de equipos, minimizar estas distancias sin generar nuevos riesgos, y teniendo en cuenta las distancias adicionales necesarias para acometer esas tareas de forma adecuada. Este estudio se hace de forma particular, conociendo los equipos e instalaciones necesarias, ayuda de la herramienta Excel (Cálculo de distancias por puesto, pestañas según norma ISO 15534)
8. Requisitos para personas con diversidad funcional, en dimensionamiento se deben tener en cuenta las distancias, espacios y adaptaciones necesarias para permitir la accesibilidad de todas las personas

6.2.2.2 Diseño de puestos de trabajo

En este apartado confluyen la ergonomía física y la ergonomía cognitiva. En estos diseños se busca minimizar el error humano, buscar la carga mental de trabajo adecuada, así como tener las condiciones de trabajo más favorables asociadas al entorno que rodea al trabajador.

A partir de los datos antropométricos, y una herramienta de cálculo en Excel (Cálculo de distancias por puesto, pestañas según norma ISO 14738) se obtienen distancias mínimas y máximas y/o recomendables, de las que se extraen los requisitos de superficie por trabajador.

6.2.2.2.1 Carga mental

Cuando se diseña un puesto es necesario tener en cuenta la dimensión psicofisiológica de la persona que va a ocupar dicho puesto. Los factores personales (formación, capacidades, motivación) influyen en la carga de trabajo resultante. La carga de trabajo es, asu vez, influida por múltiples aspectos, por lo que varía en función de distintos efectos a tener en cuenta, como la fatiga, la monotonía o la saturación. El entorno también afecta, puesto que un entorno caluroso puede aumentar significativamente el cansancio de un operario, dando lugar a la aparición de fatiga de manera más acelerada a que si estuviera en condiciones adecuadas (ISO, 2001).

Se debe conseguir una carga de trabajo óptima, ya que es negativo para el trabajador tanto la saturación de carga como la carga de trabajo insuficiente. Para conseguir la carga de trabajo óptima es fundamental optimizar los efectos antes mencionados. Esto se consigue estudiando los efectos antes mencionados

Fatiga: deterioro temporal de la eficiencia funcional física y psicológica, depende de la intensidad de la carga de trabajo mental y distribución temporal.

- La intensidad se compone de distintas características entre las que se encuentran la ambigüedad del objetivo de la tarea, la complejidad de los requisitos, estrategias de servicio, adecuación y ambigüedad de la información...
- La distribución temporal depende de la duración del trabajo, los intervalos o tonos de trabajo sucesivos, las pausas y descansos, los cambios entre actividades con diferentes demandas...

Monotonía: estado que lleva a una reducción de la activación mental, que deriva en cansancio y somnolencia. Una de las causas principales de monotonía es la realización de una tarea con un campo de atención muy restringido.

- La monotonía puede verse aumentada por la ausencia de compañeros de trabajo, la ausencia de pausas, la falta de oportunidades para desarrollar actividades físicas, las condiciones climáticas...
- Un diseño adecuado se consigue mediante el enriquecimiento de la tarea con elementos cognitivos, la ampliación del campo de atención mediante tareas más complejas, oportunidades de variar de tarea...

Vigilancia reducida: estado de actividad mental reducida, detección de la actividad asociada al seguimiento de tareas que ofrecen muy poca variación, da lugar a una disminución de la capacidad de detección.

- Debe evitarse la necesidad de mantener una atención constante para la detección de señales críticas
- Evitar la necesidad de mantener una atención sostenida en largos periodos de tiempo
- Evitar condiciones que den lugar a monotonía

Saturación: estado nervioso que rechaza fuertemente realizar una tarea repetitiva.

- Evitar tareas repetitivas
- Si estas tareas no se pueden evitar, se recomienda que el operador pueda apreciar el progreso que se logra gracias a su actividad

6.2.2.2.2 Diseño de salas de control

Estudio de requisitos ergonómicos aplicables al diseño de centros de control, así como a su ampliación, renovación y actualización tecnológica. Tratando ciertos aspectos, como la ordenación de las salas de control, las dimensiones de las estaciones de trabajo, elección, diseño e implementación de pantallas en salas de control para operación y supervisión.

Por su especial relevancia, se presenta la metodología del diseño de las salas y centros de control.

Dados los avances tecnológicos y la automatización de la industria, los centros y salas de control cobran especial importancia en el funcionamiento de las instalaciones, puesto que son el medio para hacerlas trabajar de forma adecuada.

Por ello, el diseño de salas de control se realiza en base a la norma ISO 11064, internacionalmente aceptada, en la cual se presentan los principios de diseño y algunos requisitos a adoptar en el diseño. Se tiene un conjunto de 11 pasos divididos en 5 fases, que se explican a continuación. Con ayuda de la herramienta Excel Salas de control, en el ANEXO I. Modelos, se aborda cada fase de la metodología de diseño de acuerdo a ISO 11064.

Fase A: Clarificación

Clarificar el propósito, el contexto, los recursos y las restricciones del Proyecto en cuanto se inicie un proceso de diseño, considerando situaciones ya existentes que podrían emplearse como referencia.

Paso 1: Clarificación de objetivos y requisitos previos.

Se recopilan los datos de entrada, se estudian los métodos que se presentan y se escoge el o los más adecuados al Proyecto y se tienen en cuenta los requisitos para obtener unos resultados (funciones, del Sistema, los requisitos aplicables, contradictorios y las soluciones de compromiso)

Fase B: Análisis y definición

Analizar los requisitos funcionales y de comportamiento del centro de control, concluyendo con una distribución de funciones y un diseño de tareas preliminar. Esta fase tiene múltiples objetivos, que se presentan en forma de 5 pasos.

Paso 2: Definición de los resultados esperados del Sistema (análisis y descripción de funciones)

Se basa en los resultados del paso 1, para definir los aspectos ergonómicos a tener en cuenta para cumplir los objetivos presentados. Este análisis debe tener en cuenta todos los posibles modos de funcionamiento.

Paso 3: Asignación de funciones a personas y máquinas

Se asignan los requisitos obtenidos en el paso anterior a las personas o a las máquinas en función de distintos criterios.

Paso 4: Definición de los requisitos de la tarea

Se debe llevar un registro de los elementos de las tareas, basado en un análisis sistemático. Se pueden utilizar estudios, encuestas, ensayos y discusiones para identificar las tareas principales y sus características. Este paso debe incluir soluciones de ingeniería preliminares.

Paso 5: Diseño del trabajo y de su organización

Los diseños del trabajo deben ajustarse tanto a las características físicas del operador, como sus características psicológicas y factores sociales. El proceso de diseño del trabajo está orientado por las tareas particulares y el número de las mismas asignadas a un individuo, y como se interrelacionan estos individuos en el seno de la organización para conseguir una actividad satisfactoria.

Paso 6: Verificación y validación de los resultados obtenidos

Antes de comienzo de la fase C, se deben asegurar los resultados de la fase B. Se verifican y validan las asignaciones realizadas en los pasos 3, 4 y 5, de forma global para comprobar que no existen desacuerdos, y si existieran, identificar y resolver las contradicciones antes de pasar a la fase C. En este paso se confirma el progreso de acuerdo a los patrocinadores, propietarios, etc. Se debe incluir una evaluación de los trabajos propuestos, para tener en cuenta los principios ergonómicos y la capacidad del Sistema de tolerancia ante los errores.

Fase C: Diseño general

Desarrollar la disposición de la sala, el diseño del mobiliario, pantallas y mandos, así como de las interfaces de Comunicaciones necesarias para satisfacer las necesidades identificadas en la fase B.

Paso 7: Diseño del marco conceptual del centro de control

A partir de los resultados de las fases anteriores, reestructurados de forma sistemática, se presentan los aspectos previstos sobre las características físicas y funcionales del centro de control. Este paso debe dar como resultado varias ideas de diseño, que serán evaluadas posteriormente. Deben tenerse en cuenta posibles políticas de diseño, como pueden ser proveedores preseleccionados, así como especificaciones previas, directrices, Códigos y normas que serán claramente establecidos en esta etapa.

Paso 8: Revisión y aprobación del diseño conceptual

El objetivo de este paso es conseguir la aprobación del diseño conceptual por la propiedad, los usuarios y los responsables de mantenimiento del centro de control planteado. Este paso es determinante, puesto que en él se disponen las bases para realizar el diseño de detalle, con el menor riesgo posible de revisiones y cambios importantes.

Fase D: diseño detallado

Desarrollar las especificaciones de diseño detalladas necesarias para la construcción y adquisición del centro de control, su contenido, sus interfaces operacionales y las instalaciones relativas a su entorno.

Paso 9A: Ordenación de la sala de control y sus anexos

Estudio de las posibles salas y zonas que se requieren, estimación de los requisitos relativos al espacio para cada área funcional, estudio de las restricciones y adaptación de los espacios, verificación de la disponibilidad de los equipos necesarios.

Paso 9B: Disposición de la sala de control

Las disposiciones de las salas deben basarse en los requisitos de las tareas y de diseño del trabajo de los pasos anteriores, así como en el estudio antropológico. Se identifica el espacio útil, y se presenta una situación aproximada del espacio. Es recomendable que los puestos de trabajo sean regulables para adaptarse a los distintos operadores que puedan ocupar el puesto.

Paso 9C: Disposición y dimensiones del puesto de trabajo

A partir del análisis y definición de las tareas y de la identificación de los elementos funcionales necesarios para el puesto de trabajo, se desarrolla la disposición y dimensiones del puesto de trabajo, teniendo en cuenta pantallas, mandos, espacios de trabajo, dispositivos de comunicación y asiento, reposabrazos y reposapiés.

Paso 9D: Diseño de pantallas y mandos

En este paso se desarrollan las especificaciones de diseño de pantallas y mandos a emplear en la sala de control. Deben tenerse en cuenta los requisitos ergonómicos básicos como requisitos asociados a las capacidades cognitivas de los operarios.

Paso 9E: Diseño del entorno

Los aspectos a considerar son ambiente térmico, distribución del aire, composición del aire, ambiente luminoso, ambiente acústico y vibraciones.

Paso 9F: Requisitos operacionales y de gestión

Se presentan las soluciones detalladas para los requisitos operacionales y de gestión. Teniendo en cuenta elementos como la organización de la formación, la organización del mantenimiento, los tipos de turnos...

Paso 10: Verificación y validación del diseño en detalle propuesto

Verificación del desarrollo obtenido en el paso 9, para asegurar que es conforme a las especificaciones de diseño indicadas.

Fase E: Retroinformación operacional

Realizar una revisión posterior a la puesta en funcionamiento para identificar las virtudes y los defectos del diseño con objeto de aprovechar la experiencia para diseño posteriores y comprobar de forma continua la validez del diseño.

Paso 11: Recogida de experiencia operacional

Se recogen los datos relativos a deficiencias ergonómicas. Pueden emplearse la observación, entrevistas, cuestionarios... Estos datos se tratan y los resultados obtenidos se convierten en una fuente útil de información para nuevos centros o la actualización de centros existentes.

7 CASO PRÁCTICO / APLICACIÓN

Una imagen vale más que mil palabras.

Anónimo

Tras haber explicado la metodología, se presenta un caso práctico.

Se tiene una empresa cementera, la cual ha solicitado la construcción de una instalación de combustible secundario. La instalación está formada por 2 tanques, bombas centrífugas para la alimentación de los tanques, bombas de membrana para la alimentación al horno, y un filtro, además se ha dejado proyectado la posible ubicación de un tanque y un depósito adicionales (gris claro de la Figura 7-1).



Figura 7-1. Modelo 3D de la instalación

La instalación se abastece mediante camiones-cisterna que traen el combustible secundario.

La instalación será manejada fundamentalmente por un operador de planta, y contará con la colaboración de los conductores de camiones que realizará las labores de conexión de mangueras del camión a la planta para la descarga del combustible. La operación de la planta abarca desde la recepción del combustible hasta el envío del mismo al horno. El proceso incluye una etapa de filtrado, puesto que el combustible está formado por residuos líquidos de otros procesos, como disolventes o aguas residuales.

La planta no opera en continuo, puesto que aporta combustible conforme a la demanda del horno.

Se dispone de una serie de documentos que recogen el diseño que se ha realizado y a partir de ellos se va a realizar el análisis de la instalación respecto a HFE.

Se van a presentar las acciones pertinentes para la elaboración de un estudio HFE según sus fases de diseño.

7.1 Ingeniería Conceptual

7.1.1 Estudios de prefactibilidad / viabilidad socio-económica:

Este proyecto es una ampliación de una instalación existente, por lo que no es necesario realizar el estudio de la viabilidad socio-económica, puesto que se asume que esta modificación es menor y no afecta a la población cercana de la forma que lo haría un proyecto de nueva construcción. Se procede al estudio de normativa local y a la adquisición de los datos antropométricos disponibles, de acuerdo a la norma ISO 7250, Tabla 7-1, conociendo la ubicación (España, Europa).

Tabla 7-1. Datos antropométricos población europea

Símbolo	Descripción	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Valor P99 mm
a1	amplitud de codo a codo	x	545	576
a2	anchura de hombros (biacromial)	310	430	x
a3	amplitud de la mano con el pulgar	x	120	x
a4	amplitud de la mano en los metacarpos	x	97	x
a5	amplitud de dedo índice, proximal	x	23	x
a6	amplitud del pie	x	113	x
a17	anchura de caderas, sentado	x	440	x
b1	ancho del cuerpo de pie	x	342	x
b2	alcance del puño, alcance hacia delante	605	820	845
b3	Profundidad de la mano en la palma	30	30	x
b4	profundidad de la mano en el pulgar	35	35	x
b15	espesor abdomen-trasero, sentado	190	x	x
b18	espacio libre para el muslo (espesor del muslo)	125	185	x
c1	longitud rodilla-trasero	x	687	725
c2	longitud pie	211	285	295
c3	Longitud de la cabeza desde la punta de la nariz	x	240	x
d1	diámetro del brazo, valor fijo	121	121	x
d2	Diámetro antebrazo	x	120	x
d3	Diámetro del puño	x	120	x
h1	estatura (altura del cuerpo)	x	1881	1944
h4	altura del codo	930	1195	x
h6	altura de la entepierna	665	900	x
h8	altura del tobillo, valor fijo	96	96	x

Símbolo	Descripción	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Valor P99 mm
h11	altura sentado (erguido)	790	1000	x
h12	altura de los ojos, sentado	680	870	x
h13	altura de los hombros, sentado	505	x	x
h16	longitud de la pierna (altura del poplíteo)	340	505	x
h17	altura del puño por debajo de la superficie del asiento, sentado, valor fijo	50	50	x
t1	longitud operativa del brazo	340	x	x
t2	distancia de alcance del antebrazo, longitud codo-puño menos el diámetro del brazo	170	x	x
t3	alcance lateral del brazo	495	x	x
t4	Longitud de la mano	152	x	x
t5	longitud de la mano al pulgar	88	x	x
t6	longitud dedo índice	59	x	x

La normativa local se recoge en el apartado 9.2.1.1 (Capítulo Normativa-Nacional-Europa-España), y hace referencia principalmente a los Reales Decretos sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajadores.

7.1.2 Definición de la estrategia

En este Proyecto la tecnología que se va a utilizar es ampliamente conocida, y utilizada con frecuencia en las industrias. Se trata de sistemas que no requieren una excesiva automatización, aunque en este caso se tiene un Sistema de control distribuido, es también necesaria la operación manual de la instalación.

En la instalación se manejan sustancias peligrosas, como combustibles, disolventes orgánicos, aguas residuales..., por lo que es necesario tener en cuenta aspectos de la seguridad relacionada con estas sustancias.

Localizándose al norte de España, la instalación no sufrirá condiciones climatológicas extremas, y se descartan problemas geológicos como terremotos.

Por todo ello, se considera que es suficiente integrar un técnico HFE en el desarrollo del diseño, que realice los estudios pertinentes. No es necesario programar sesiones con todo el equipo de Ingeniería, es suficiente conocer las nociones básicas del Proyecto sin entrar en excesivo detalle, puesto que se trata de tecnología ampliamente conocida.

7.2 Ingeniería Básica / de detalle

Dado que ya se ha realizado la Ingeniería Básica del proyecto, y se tiene también la Ingeniería de detalle, se dispone de herramientas 3D y de especificaciones, este apartado se centra en evaluar la Ingeniería de detalle, considerando que los estudios son similares para Ingeniería Básica.

7.2.1 Análisis de tareas

Lo primero es el análisis de tareas y puestos de las necesidades del Proyecto, se listan los diferentes puestos necesarios para llevar a cabo el funcionamiento de la instalación.

Puestos:

- Operador de planta
- Conductor de camión

Una vez que se han definido unos puestos preliminares, se procede al estudio de las tareas que forman parte de los puestos. Para lo cual se utiliza la herramienta Excel Análisis de tareas, pestaña Lista de tareas. Para el operador de planta se han obtenido 15 tareas, que se extraen de las distintas operaciones que se pueden realizar en la instalación:

- Alineamiento de válvulas
- Cierre de válvulas
- Verificación filtro
- Accionamiento manual de bombas
- Limpieza del filtro
- Inspección de equipos en suelo
- Inspección de tanques en altura
- Inspección de tuberías
- Control de parámetros en planta
- Supervisión de la descarga
- Entrada de camión
- Conexión manguera
- Comprobación cisterna
- Circulación por la planta
- Vigilar la descarga

Con la lista de tareas se realiza la priorización, por ejemplo:

Alineamiento de válvulas para iniciar la secuencia de operación, con una frecuencia entre 1 y 10 veces al día, dependiente de la demanda del horno. Esta actividad dura entorno a 30 minutos (teniendo en cuenta el alineamiento de todas las válvulas), y la severidad del daño potencial es dañino, un mal diseño o mala orientación

de la válvula, se tienen válvulas demasiado altas, y para accionarlas deben subirse a una banqueta pudiendo causar caídas, para dicha tarea se ha obtenido un nivel de prioridad medio.

Con la lista de tareas definida se aplica la pestaña Tarea a las tareas que tengan prioridad muy alta, alta o media, respondiendo a la serie de preguntas que se plantean para las tareas seleccionadas.

Dado el nivel de criticidad, se establece quien interviene en la tarea, directa o indirectamente, como, por ejemplo, la tarea de inertización de tanques, el operador de planta realiza la tarea, sin embargo, dada la peligrosidad de la misma, es necesario disponer de la presencia de un recurso preventivo. Se especifican las operaciones que se llevan a cabo, el ambiente acústico y térmico, la utilización de químicos y los equipos y herramientas necesarios.

El estudio de lista de tareas se puede consultar en el ANEXO II. Lista de tareas y el análisis de cada tarea en el ANEXO III. Análisis de tareas.

Una vez que se ha realizado el análisis de tareas, en función de los lugares en donde se llevan a cabo, se seleccionan las listas de comprobación adecuadas, por ejemplo, para las tareas de inspección en altura de tanques y la inertización de tanques, es necesario disponer de medios de acceso adecuados, para lo cual aplica la pestaña Rampas y escaleras, del Excel Lugares de trabajo. Sin embargo, para estas tareas no es necesario aplicar la pestaña de Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones. De esta forma se agrupan las tareas por zonas, en este caso se distinguen 4 zonas (Zona de tanques, Zona de bombas y filtro, Zona de descarga y Zona de salas) y en función de las tareas, como se ha explicado, se eligen los estudios correspondientes.

Los resultados se pueden ver en el ANEXO III. Análisis de tareas, sin embargo, se van a realizar algunas apreciaciones para mostrar la aplicación de la metodología.

En este caso, aunque se ha realizado el proceso de priorización, al ser reducido el número de tareas totales obtenidas, se van a analizar todas las tareas correspondientes a los puestos de Operador de planta y Conductor de camión.

En resumen, la relación de puestos y zonas queda de la siguiente manera:

Puesto\Zona	Tanques	Bombas y filtro	Descargadero	Salas
Conductor			x	
Operador de planta	x	x	x	x

Tabla 7-2. Relación puestos-zonas

7.2.2 Lugares de trabajo

Dentro de cada lista de comprobación se tienen distintos items, antes de aplicar la lista es necesario hacer una selección de items que aplican, y eliminar aquellos que no. Para posteriormente aplicar los criterios adoptados y realizar las comprobaciones en el diseño pertinentes.

A pesar de que el Proyecto es una ampliación de una instalación existente, es necesario comprobar que los Servicios higiénicos, locales de descanso y primeros auxilios siguen accesibles desde la nueva instalación y son

suficiente en número.

Como aspecto general se tiene que múltiples tareas se realizan en exterior y es necesario aplicar el estudio de accesos y vías de circulación y de paso debido a que se tienen zonas en las que puede concurrir el paso de personas con el paso de vehículos. Se tienen dos niveles, la zona de descargadero y maniobra de camiones, y la zona del cubeto de tanques y bombas junto con las salas, además de los accesos a la parte superior de los tanques, por lo que aplica el estudio de rampas y escaleras en estas zonas. También es necesario estudiar las rutas y vías de evacuación.

Por otro lado, se van a estudiar las posibles interferencias asociadas a los equipos y/o a los trabajos que se realizan. En el apartado siguiente se van a mostrar algunas de las deficiencias descubiertas o resaltar conformidades.

7.2.2.1 Consideraciones particulares

Se tienen válvulas demasiado altas, el operario debe coger una banqueta para poder alcanzarla, de forma que se puede caer desde esa posición, Figura 7-2. Se propone como solución instalar un escalón que permita alcanzar la válvula sin riesgo.

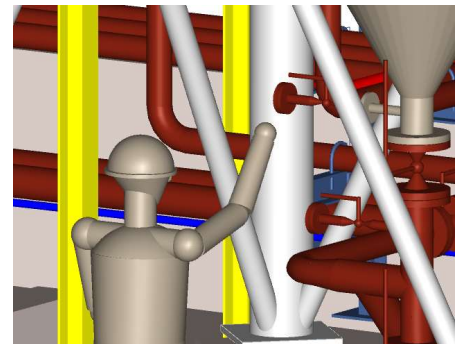


Figura 7-2. Válvula en alto

En la zona del descargadero se tiene una abertura en el suelo sin proteger ni señalizar, Figura 7-3, para más información ver en el ANEXO IV. Lugares de trabajo el ítem 12 del Ámbito: General de Lugares de trabajo-Tanques. Se recomienda instalar un tramex que permita el drenaje, y que no suponga un riesgo de introducir el pie.

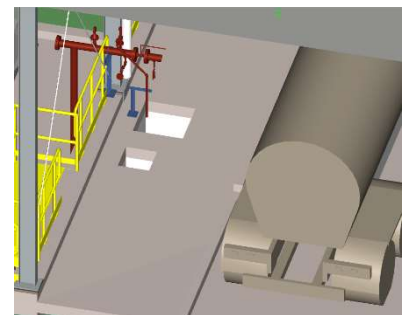


Figura 7-3. Abertura en suelo zona de descargadero

En este caso se quiere resaltar que la pendiente de la rampa es adecuada, Figura 7-4, es menor de 3 metros por lo que debe tener una inclinación máxima de 12 por 100, con las medidas presentadas, tiene una inclinación de 5,7 por 100, para más información consultar ANEXO IV. Lugares de trabajo ítem 79 del Ámbito: Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos... del ANEXO IV. Lugares de trabajo Tanques.



Figura 7-4. Rampa de acceso

Se recomienda que la contrahuella sea como máximo 0,25 m, ambas escaleras lo cumplen, Figura 7-5, y en cada escalera esta altura es constante, sin embargo, entre escaleras distintas, se tiene alturas de contrahuella diferentes. Esta pequeña desviación puede causar algún tropiezo, debido a que si el operario esta acostumbrado a utilizar una de las escaleras, cuando llegue el momento puntual de utilizar la otra, la elevación que realice del pie no sea suficiente y pueda producirse el tropiezo. Se recomienda diseñar todas las escaleras con la misma contrahuella.

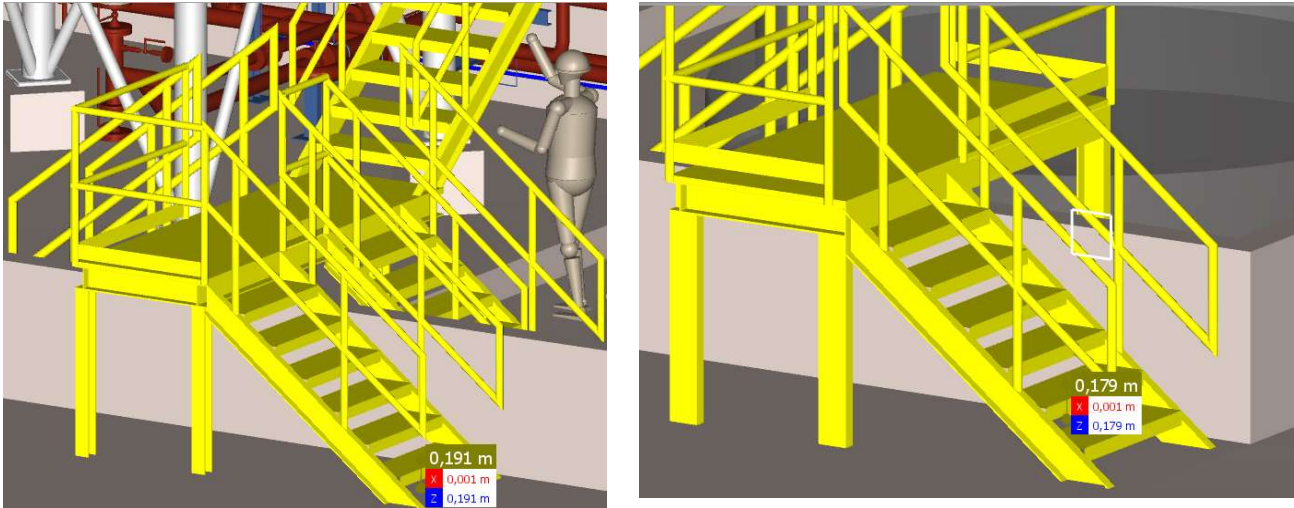


Figura 7-5. Contrahuella de distintas escaleras

En la Figura 7-6 se observa un elemento que sobresale de la pared del tanque, la distancia libre de paso se ve reducida, las escaleres de uso normal deben tener al menos 1 metro, puesto que esta escalera no se utiliza habitualmente, se considera como escalera de servicio, y la distancia mínima para ello son 55 cm. Sin embargo, es necesario tener en cuenta la actividad de subir y bajar estas escaleras, puesto que este elemento puede causar golpes si no se percibe a tiempo. Se recomienda protegerlo o al menos señalizarlo para evitar posibles contusiones, para más información consultar ANEXO IV. Lugares de trabajo, ítem 83 Ámbito Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos..., de Lugares de trabajo-Tanques.

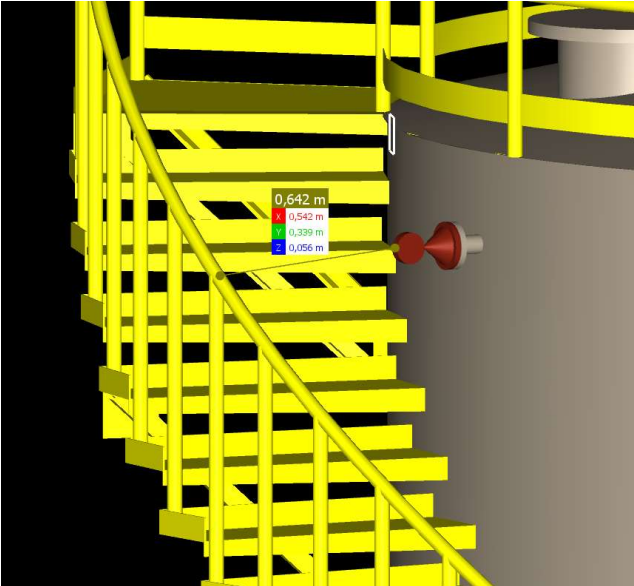


Figura 7-6. Anchura de escalera reducida por elemento

7.2.3 Puesto de trabajo

7.2.3.1 Distancias en el puesto de trabajo

Conductor: No es necesario aplicar Cálculo de distancias, únicamente que la zona peatonal de paso en la zona del descargadero es suficiente y superior a 1 metro, no tienen que realizar tareas de mantenimiento, ni tiene un puesto de trabajo que requiera pantalla de visualización de datos o mesa y asiento.

Operador de planta: cuenta con una sala de mantenimiento en la cual puede llevar a cabo ciertas tareas, como la limpieza de filtros, en la que se cuenta con una mesa para labores de mantenimiento de piezas de pequeño tamaño. Para ciertas labores, por ejemplo, actividades de mantenimiento en la bomba sumergida, es necesario el espacio requerido para realizarlas, Figura 7-7 se tiene espacio suficiente, para más información consultar el ANEXO V. Cálculo de distancias.

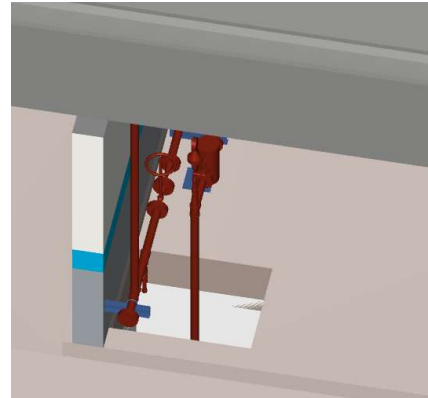


Figura 7-7. Ubicación de bomba sumergida

Finalmente, se muestra una tabla con las deficiencias y recomendaciones propuestas.

Recomendaciones				Fecha	
Empresa	Cementera			Responsable	
Área	Combustible secundario				
N	Estudio	Puesto/Zona	Ámbito	Deficiencia	Recomendación
1	Lugares de trabajo	Bombas y filtro	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia	Falta iluminación interior de emergencia	Debe realizarse estudio de iluminación de emergencia interior
2	Lugares de trabajo	Bombas y filtro	General	Existe una arqueta sin tapa	Instalar un tramex que cubra la zona de la arqueta
3	Lugares de trabajo	Bombas y filtro	General	Se tiene la abertura de la bomba sumergida	Señalizar o vallar alrededor de la bomba
4	Lugares de trabajo	Bombas y filtro	General	En el modelo no aparece la señalización de peligro	Hacer estudio de señalización
5	Lugares de trabajo	Bombas y filtro	General	Falta iluminación interior	Debe realizarse estudio de iluminación
6	Lugares de trabajo	Descargadero	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia	Falta iluminación de emergencia exterior	Instalar iluminación de emergencia exterior
7	Lugares de trabajo	Descargadero	General	Existe una abertura, en la zona de la manguera destinada al sistema de drenaje, sin embargo no se tienen ninguna protección o señalización	Instalar un tramex que cubra la zona de drenaje
8	Lugares de trabajo	Descargadero	General	En el modelo no aparece la señalización de peligro	Hacer estudio de señalización
9	Lugares de trabajo	Descargadero	General	Falta iluminación exterior	Debe realizarse estudio de iluminación
10	Lugares de trabajo	Planta general	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia	Falta iluminación de emergencia exterior	Instalar iluminación de emergencia exterior
11	Lugares de trabajo	Salas	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia	Falta iluminación de emergencia interior	Instalar iluminación de emergencia interior
12	Lugares de trabajo	Tanques	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia	Falta iluminación de emergencia exterior	Debe realizarse el estudio de iluminación de emergencia
13	Lugares de trabajo	Tanques	General	En el modelo no aparece la señalización de peligro	Hacer estudio de señalización
14	Lugares de trabajo	Tanques	General	Falta iluminación exterior	Debe realizarse estudio de iluminación
15	Lugares de trabajo	Tanques	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...	Escaleras de contrahuella desigual, esta pequeña desviación puede causar algún tropiezo, debido a que si el operario esta acostumbrado a utilizar una de las escaleras, cuando llegue el momento puntual de utilizar la otra, la elevación que realice del pie no sea suficiente y pueda producirse el tropiezo.	Se recomienda diseñar todas las escaleras con la misma contrahuella
16	Lugares de trabajo	Tanques	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...	Un elemento que sobresale de la pared del tanque, la distancia libre de paso se ve reducida, es mayor de 55 cm, sin embargo puede provocar contusiones por la zona en la que está ubicado	Señalizar y proteger el indicador que sobresale

Recomendaciones				Fecha	
Empresa	Cementera			Responsable	
Área	Combustible secundario				
N	Estudio	Puesto/Zona	Ámbito	Deficiencia	Recomendación
17	Puestos de trabajo	Conductor	Higiene y habitabilidad	Se desconoce el flujo de aire en la zona de descargadero	Estudiar flujo de corrientes en la zona de descargadero
18	Puestos de trabajo	Conductor	Higiene y habitabilidad	No se tiene iluminación exterior	Estudio de iluminación exterior
19	Puestos de trabajo	Conductor	Señalización y etiquetado	No se tiene señalizada la planta	Hacer estudio de señalización
20	Puestos de trabajo	Operador de planta	Estudio preliminar de válvulas	se tienen válvulas demasiado altas, el operario debe coger una banqueta para poder alcanzarla, de forma que se puede caer desde esa posición.	Se propone como solución instalar un escalón que permita alcanzar la válvula sin riesgo.
21	Puestos de trabajo	Operador de planta	Higiene y habitabilidad	Se desconoce el flujo de aire en la sala y la nave	Estudiar flujo de corrientes en el interior de la sala
22	Puestos de trabajo	Operador de planta	Higiene y habitabilidad	No se tiene iluminación interior	Estudio de iluminación interior
23	Puestos de trabajo	Operador de planta	Señalización y etiquetado	No se tiene señalizada la planta	Hacer estudio de señalización

8 CONCLUSIONES

Nuestro pasado, presente y lo que quede de nuestro futuro, dependen completamente de lo que hagamos ahora.

Sylvia Alice Earle

Como consecuencia de lo expuesto en los capítulos anteriores y como conclusión al caso práctico realizado, se tiene que el desarrollo de estudios HFE es beneficioso, puesto que permite detectar ineficiencias en etapas de diseño tempranas. Contar con una revisión por parte de un experto en materia de Factor Humano hace que sea posible detectar no conformidades respecto a las leyes que abarcan aspectos del Factor Humano, así como realizar apreciaciones que puedan mejorar la seguridad y la salud de los trabajadores de la planta analizada.

9 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

Uno nunca ve lo que se ha hecho, sino que ve lo que queda por hacer.

Marie Curie

Los estudios de Factor Humano se basan en reglamentos, normas y requerimientos provenientes de Instituciones de reconocido prestigio en la materia, como la Organización Internacional de Normalización (ISO) y The Engineering Equipment and Materials Users Association (EEMUA).

En los siguientes apartados se ofrece una descripción de las reglamentos, normas y requerimientos relacionadas con el Factor Humano que se han identificado. Se ha optado por agrupar los distintos estándares en función de su temática, se tienen 3 bloques principales:

- **Diseño seguro de máquinas e instalaciones:** se presentan principios de diseño y requerimientos, se abarcan aspectos como el diseño propio de las máquinas, la señalización, el diseño de instalaciones eléctricas y se incluye Atmósferas Explosivas.
- **Ergonomía:** se cubren aspecto como el diseño de salas de control, la interacción hombre-sistema, la carga de trabajo...
- **Higiene:** se hace un estudio pormenorizado de los distintos aspectos que integra, incluyendo ambiente térmico, tanto moderado como extremo, ruido, vibraciones, radiaciones electromagnéticas e iluminación.

9.1 Normativa Internacional

9.1.1 Diseño seguro de máquinas e instalaciones

9.1.1.1 Diseño seguro

- **UNE-EN ISO 12100** Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. La finalidad principal de esta norma internacional es que los diseñadores dispongan de una estructura y una guía general para las decisiones durante el desarrollo de máquinas que les permita producir máquinas que sean seguras para el uso previsto.
- **UNE-EN ISO 14738** Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. Esta norma establece unos principios para, a partir de medidas antropométricas, obtener dimensiones y aplicarlas al diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas no móviles.

- **Serie UNE-EN ISO 14122** Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones. Define los requisitos generales de seguridad de acceso a las máquinas. Se dan recomendaciones para la selección adecuada de los medios de acceso, plataformas de trabajo y pasarelas, escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos y escalas fijas.

9.1.1.2 Señalización

- **EN ISO 7010** Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas. Esta norma internacional presenta las señales de seguridad para la prevención de accidentes, protección contra el fuego, información sobre peligros para la salud y evacuación de emergencia. Es aplicable a todas las localizaciones excepto para el tráfico ferroviario, por carretera, río, marítimo y aéreo.

9.1.1.3 Eléctrico

- **NFPA 70E** Standard for Electrical Safety in the Workplace. Esta norma se ocupa de la seguridad de los trabajadores cuyas funciones en el puesto de trabajo implican la interacción con equipos y sistemas eléctricos con exposición potencial a equipos eléctricos y partes de circuitos energizados. Conceptos en esta norma a menudo se adaptan a otros trabajadores cuya exposición a riesgos eléctricos sea involuntaria o no forme parte de su puesto de trabajo. El riesgo más alto de lesiones por peligros eléctricos para otros trabajadores es el contacto involuntario con líneas eléctricas aéreas y descargas eléctricas de máquinas, herramientas y electrodomésticos.
- **UNE-EN 61936-1** Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna. Parte 1: Reglas comunes. Esta parte de la norma UNE-EN 61936 (que adopta la norma internacional IEC 61936-1:2010, modificada) estipula las reglas comunes para el diseño y construcción de instalaciones eléctricas en sistemas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna y frecuencia nominal hasta 60 Hz, con el objeto de proporcionar la seguridad y el funcionamiento adecuados al uso para el cual han sido construidas. Las instalaciones deben construirse de forma que el personal de explotación y mantenimiento pueda circular e intervenir con seguridad en cualquier parte de la instalación para llevar a cabo sus tareas dentro del marco de sus competencias y de acuerdo con las circunstancias.

9.1.1.4 ATEX

- **Directiva 1999/92/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1999, relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas
- **UNE-EN 60079-10-1** Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas.
- **UNE-EN 60079-10-2** Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo.

9.1.2 Ergonomía

- **EN ISO 9241-210** Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 210: Diseño centrado en el operador humano para los sistemas interactivos. Proporciona requisitos y recomendaciones sobre los principios y actividades de diseño centrado en el ser humano a lo largo de todo el ciclo de vida de los sistemas interactivos basados en ordenadores. Está destinado a ser utilizado por quienes gestionan los procesos de diseño y se ocupa de las formas en que los componentes de hardware y software de los sistemas interactivos pueden mejorar la interacción entre el ser humano y el sistema.
- **UNE-EN ISO 6385** Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. Esta norma internacional proporciona un marco ergonómico básico para los profesionales y otras personas que se ocupan de cuestiones de ergonomía, sistemas de trabajo y situaciones de trabajo. Las disposiciones de esta Norma Internacional se aplicarán también al diseño de productos para su uso en sistemas de trabajo.
- **UNE-EN ISO 26800** Ergonomía. Enfoque general, principios y conceptos Esta norma internacional presenta un enfoque general sobre ergonomía y especifica principios básicos y conceptos ergonómicos. Estos son aplicables al diseño y la evaluación de tareas, puestos de trabajo, productos, herramientas, equipos, sistemas, organizaciones, servicios, instalaciones y entornos, para hacerlos compatibles con las características, necesidades y valores, y las habilidades y limitaciones del personal.
- **Serie UNE-EN 894** Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Esta serie de normas se aplican al diseño de y proyecto de dispositivos de información y mandos de maquinaria.
- **Serie EN ISO 11064** Diseño ergonómico de los centros de control. Esta serie de normas especifica los principios, recomendaciones y requisitos ergonómicos aplicables al diseño de centros de control, así como a su ampliación, renovación y actualización tecnológica. En cada una de ellas se tratan más concretamente ciertos aspectos, como la ordenación de las salas de control, las dimensiones de las estaciones de trabajo, elección, diseño e implementación de pantallas en salas de control para operación y supervisión.
- **Serie UNE-EN ISO 10075** Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. La primera parte de esta serie de normas define términos en el campo de la carga mental, que abarcan el estrés mental y la fatiga mental, y las consecuencias positivas y negativas a corto y largo plazo de la fatiga mental. También especifica las relaciones entre estos conceptos implicados. Por otro lado, la segunda parte proporciona orientaciones para el diseño de sistemas de trabajo, tanto de la tarea, el equipo y el puesto de trabajo, como de las condiciones de trabajo y, en particular, de la carga de trabajo mental y sus efectos.
- **EEMUA 191** Alarm systems - a guide to design, management and procurement: Su objetivo es ser un apoyo para el diseño, desarrollo, compra, operación, mantenimiento y gestión de sistemas de alarmas industriales. Esta guía ha sido elaborada por usuarios de sistemas de alarma en la industria. Se basa en

el “hacer” de compañías líderes en el sector, pero también tiene la intención de presentar retos y promover la mejora continua.

- **Serie ISO 15534** Ergonomic design for the safety of machinery. Especifica las dimensiones mínimas, máximas o recomendadas para permitir el acceso a los equipos del cuerpo entero o de partes del cuerpo, además de proporcionar un conjunto de datos antropométricos de la población europea.
- **UNE-EN ISO 14738** Seguridad en máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. Especifica los requisitos para los equipos en cuanto a espacio para el cuerpo, durante la operación normal, en posición sentada y de pie.

9.1.3 Higiene

9.1.3.1 Ambiente térmico

- **UNE-EN ISO 7730** Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local. Esta norma internacional presenta métodos para la predicción de la sensación térmica general y del grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos moderados.
- **UNE-EN ISO 7243** Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo). Esta norma presenta un método para evaluar el estrés térmico al que una persona está expuesta y para establecer la presencia o ausencia de estrés térmico. Aplica a la evaluación del efecto del calor en una persona durante una exposición total durante su jornada de trabajo (8 horas).
- **UNE-EN ISO 11079** Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local. Esta norma internacional especifica métodos y estrategias para evaluar el estrés térmico asociado a la exposición a ambientes fríos. Tales métodos resultan pertinentes para exposiciones y tipos de trabajo continuos, intermitentes y ocasionales, tanto en interiores como al aire libre.

9.1.3.2 Ruido

- **UNE-EN ISO 9612** Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería.
- **UNE-EN ISO 7731** Ergonomía. Señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo. Señales acústicas de peligro. Esta norma internacional especifica los principios físicos de diseño, los requisitos ergonómicos y los métodos de ensayo correspondientes para las señales de peligro destinadas a lugares públicos y de trabajo, en la zona de recepción de la señal, y proporciona orientaciones para el diseño de las señales.

9.1.3.3 Vibraciones

- **Serie UNE-EN ISO 5349** Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. En esta serie de normas se especifica los requisitos generales para la medida e información de la exposición a las vibraciones transmitidas por la mano, en tres ejes ortogonales. Define una ponderación en frecuencia y los filtros de banda limitante para conseguir una comparación uniforme de las medidas. Y se proporciona una guía para la medición y evaluación de las vibraciones transmitidas por la mano en el puesto de trabajo.
- **Serie UNE-ISO 2631** Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Una de las normas de la serie define métodos para la medición de vibraciones de cuerpo entero periódicas, aleatorias y transitorias. Se indican los principales factores que se combinan para determinar el grado a la que la exposición a vibraciones será aceptable. Otra de las normas es aplicable a la exposición de seres humanos a vibraciones de cuerpo entero y a los choques en los edificios desde el punto de vista del confort y de las molestias de los ocupantes. Especifica un método de medición y evaluación, comprendiendo la determinación de la dirección de medición y la localización de medición.

9.1.3.4 Radiaciones electromagnéticas

- Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la **Directiva 2013/35/UE** sobre campos electromagnéticos.
- **UNE-EN 50413**. Norma básica para procedimientos de medición y cálculo de la exposición humana a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz – 300 GHz)
- **UNE-EN 50499**. Procedimiento para la evaluación de la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos

9.1.3.5 Iluminación

- **Serie UNE EN 12464** Iluminación. Iluminación en los lugares de trabajo. Estas normas europeas especifican requisitos de iluminación para lugares de trabajo interiores y exteriores, que satisfacen las necesidades de confort y prestaciones visuales. Se han considerado todas las tareas visuales corrientes, incluyendo los Equipos con Pantalla de Visualización (EPV) en interior.
- **UNE-EN 1838** Iluminación. Alumbrado de emergencia. Esta norma especifica los requisitos fotométricos y luminosos para sistemas de alumbrado de emergencia de evacuación y de alumbrado de emergencia de continuidad instalados en locales y lugares en los que se requieren tales sistemas. Se aplica principalmente a lugares a los que el público o los trabajadores tienen acceso.

9.2 Normativa Nacional

La normativa nacional se estudiará en función del país correspondiente objeto del estudio. De manera no exhaustiva se muestra normativa relacionada con HFE de algunos países (Robb, y otros, 2012):

9.2.1 Europa

- Directiva del Consejo de 30 de noviembre de 1989 (89/654/CEE) relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo (primera directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).
- DIRECTIVA (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (Texto pertinente a efectos del EEE.)

Para mayor detalle, consultar “Evaluation of the EU Occupational Safety and Health Directives country summary report for Spain” (COWI, IOM, Millieu, 2015).

9.2.1.1 España

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y

seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

9.2.1.2 Reino Unido

- The Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998 HEALTH AND SAFETY No. 2306.
- The Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations 1998 HEALTH AND SAFETY No. 2307.
- The Management of Health and Safety at Work Regulations 1999 HEALTH AND SAFETY No. 3242.
- The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 HEALTH AND SAFETY No. 2677.
- The Control of Noise at Work Regulations 2005 HEALTH AND SAFETY No.1643.

9.2.2 EEUU

- Regulations (Standards - 29 CFR) Part 1910 - Occupational Safety and Health Standards
- Regulations (Standards - 29 CFR) Part 1926 - Safety and Health Regulations for Construction
- Regulations Regulations (Standards - 29 CFR) Part 1990 - Identification, Classification, and Regulation

of Carcinogens

- ASTM-F1166. Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment, and Facilities
- NISTIR 7889 Human Engineering Design Criteria Standards Part 1: Project Introduction and Existing Standards
- NISTIR 7934 Human Engineering Design Criteria Standards Part 2: Methodology and Interview Results
- NISTIR 7934 Human Engineering Design Criteria Standards Part 3: Interim Steps
- NASA/SP-2010-3407 The Human Integration Design Handbook (HIDH)
- IEEE 845, “Guide to Evaluation of Man-Machine Performance in Nuclear Power Generating Stations, Control Rooms, and Other Peripheries”
- ISA Standard RP60.3, “Human Engineering for Control Centers:”
- ANSI/HFES 100 Human Factors Engineering of Computer Workstations
- API RP 752 (1995), “Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Buildings”

REFERENCIAS

- ABS.** About ABS Group. [Online] <https://www.abs-group.com/About/Company-History/>.
- American Bureau of Shipping. 2014.** Guidance notes on "The implementation of human factors engineering into the design of offshore installations". 2014.
- Breathnach, Caoimghin. 2000.** Bernardino Ramazzini and his treatise of the diseases of tradesmen. *Irish journal of medical science*. Enero 2000. Vol. 1, 169, pp. 68-71.
- Bridger, R. S. 2009.** Introduction to Ergonomics 3th Edition. s.l. : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009.
- C3 Human Factors.** About us: C3 Human Factors. [Online] <https://c3hf.com/about-us/>.
- Cidaut.** Cidaut. [Online] <https://www.cidaut.es/>.
- CMSE.** The Chris Mee Group. [Online] <https://www.cmse.ie/>.
- CORDIS.** Total Operation management for Safety Critical Activities. [Online] [Cited: 22 Junio 2019.] <https://cordis.europa.eu/project/rcn/106916/reporting/en>.
- COWI, IOM, Millieu. 2015.** Evaluation of the EU Occupational Safety and Health Directives Country Summary Report For Spain. Junio 2015. VC/2013/0049.
- Daniellou, François, Simard, Marcel and Boissières, Ivan. 2011.** Human and Organizational Factors Safety. State of the Art. *Les Cahiers de la Sécurité Industrielle*. s.l. : FonCSI, Enero 2011.
- Darnell, Michael J. 1996-2010.** Bad Human Factors Designs. [Online] 1996-2010. [Cited: 21 Junio 2019.] <http://www.baddesigns.com/insulin.html>.
- Dedale.** About us: Dedale. [Online] http://www.dedale.net/dedale_en/about-us/.
- Design Concepts.** About: Design Concepts. [Online] <https://www.design-concepts.com/about>.
- Explico.** About us: Explico. [Online] <https://www.explico.com/about-us>.
- Fitts, Paul Morris and Jones, Richard E. 1947.** Analysis of 270 "Pilot-Error" Experiences in reading and interpreting Aircraft Instruments. *Psychological aspects of instrument display*. s.l. : U.S. Force, 1947.
- Gilbreth, Frank B. y Lillian M. 1916.** Fatigue Study. *Fatigue Study (The elimination of humanity's greatest unnecessary waste a first step in motion study)*. 1916.
- Helander, M. 1995.** A guide to the Ergonomics of manufacturing. s.l. : East-West Press edition, 1995.
- HFE Consultancy.** HFE Consultancy. [Online] <http://hfeconsultancy.sinercoclientes.com/>.

- HU-Tech.** About HU-Tech. [Online] <https://www.hu-tech.co.uk/about-us.html>.
- INERCO.** INERCO. [Online] <https://www.inerco.com/ingenieria/ingenieria-conceptual-basica-feed-o-fel/>.
- INSST.** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. [Online] https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf.
- International Association of Oil & Gas Producers.** 2011. Human factors engineering in projects. Agosto 2011. Report No. 454.
- ISO.** International Organization for Standardization. [Online] [Cited: 22 junio 2019.] <https://www.iso.org/committee/53348.html>.
- . ISO Tools Riesgos y Seguridad. [Online] <https://www.isotools.org/normas/riesgos-y-seguridad/>.
- ISTAS.** Lugares de trabajo. [Online] <https://istas.net/salud-laboral/peligros-y-riesgos-laborales/lugares-de-trabajo>.
- Kirwan, B. and Ainsworth, L.K.** 1992. A Guide to Task Analysis. s.l. : CRC Press, 1992.
- La rentabilidad de la Ergonomía.* **Hernández Soto, Aquiles and Álvarez Casado, Enrique.** 2008. 46, Febrero 2008, Gestión Práctica de Riesgos Laborales, pp. 14-19.
- Lago Huvelle, Amparo, Sanguinetti, Agustín and Schneider, Elisa.** Análisis de la percepción visual humana (modelada por la ley de Weber-Fechner).
- Leirós, Luz I.** 2009. Historia de la Ergonomía, o de cómo la Ciencia del Trabajo se basa en verdades tomadas de la Psicología. *Revista de Historia de la Psicología.* s.l. : Universidad de Santiago de Compostela, Octubre 2009. Vol. 30, 4, pp. 33-53.
- Mott MacDonald.** Introducing Mott MacDonald. [Online] <https://www.mottmac.com/about-us>.
- NIOSH.** Centers for Disease Control and Prevention. [Online] <https://www.cdc.gov/niosh/topics/riskassessment/default.html>.
- Oxenburgh, Maurice and Marlow, Pepe.** 2005. The Productivity Assessment Tool: Computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of Safety Research.* 2005. ECON proceedings 36, pp. 209-214.
- Project Management Institute.** 2013. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Quinta edición 2013.
- Risktec.** About us: Risktec. [Online] <https://www.risktec.tuv.com/about-us/>.
- Robb, Martin and Miller, Gerald.** 2012. Human factors engineering in oil and gas - a review of industry guidance. *IOS Press.* 2012. pp. 752-762.

Roscoe, Stanley N. 1997. The Adolescence of Engineering Psychology. [ed.] Steven M. Casey. *Human Factors History Monograph Series*. 1997. Vol. 1.

Sage, A.P. 1981. Systems Engineering: Fundamental Limits and Future Prospects. *Proceedings of the IEEE*. Febrero 1981. Vol. 69, 2, pp. 158-166.

STI. About us: Systems Tech. [Online] <https://www.systemstech.com/company/about-us/>.

Synergen OG. Who We Are . The SynergenOG Story. [Online] <https://synergenog.com/who-we-are/>.

Taylor, Frederick Winslow. 1911. The Principles of Scientific Management. 1911.

Tecnatom. Quiénes somos: Tecnatom. [Online] <https://www.tecnatom.es/quienes-somos/>.

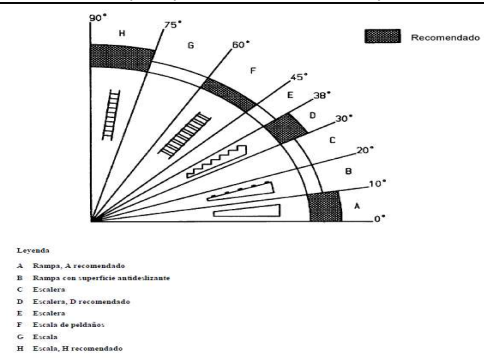
Wheatley, D. J. 1981. Some practical applications of human factors data to solve vdu problems. *Displays*. Enero 1981. Vol. 2, 4, pp. 203-206.

ANEXO I. MODELOS

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	
Empresa	0	0	Responsable	
Área	0			
Puesto	0		0	
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	0		
2	¿Quién realiza la tarea?			
3	¿A quién más afecta la tarea?			
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?			
5	¿Cuándo se realiza la tarea?			
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	0		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	0		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea			
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea			
10	¿Qué herramientas se necesitan?			
11	¿Qué equipos se necesitan?			
12	¿Se utilizan químicos?			
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?			

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:		Fecha	00/01/1900		
Empresa	0	0		Responsable	0		
Área	0						
Puesto	0						
Ámbito	General						
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A	
	1	Ventanas	¿Las ventanas tienen dispositivos de apertura, cierre, ajuste y fijación segura? En posición abierta no debe constituir un peligro para los trabajadores.			x	
	2	Ventanas	¿Las ventanas permiten su limpieza, o tienen dispositivos de limpieza, sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo y para aquellos que se encuentren presentes en el edificio y sus alrededores?			x	
	3	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene las estructuras apropiadas a su tipo de utilización?				
	4	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene la solidez apropiada a su tipo de utilización?				
	5	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos directos?				
	6	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos indirectos?				
	7	Instalación eléctrica	¿Se ha diseñado la instalación eléctrica de acuerdo a ISO 61936?				
	8	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales están libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos?				
	9	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales son fijos, estables y no resbaladizos?				
	10	Suelo y paredes	¿Permiten los suelos y paredes ser limpiados en las condiciones de higiene adecuadas?				
	11	Suelo y paredes	¿Los tabiques transparentes o translúcidos están claramente señalizados y fabricados con materiales de seguridad o están separados de los puestos de trabajo y de las vías de circulación (los trabajadores no entran en contacto con los tabiques)?			x	
	12	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en el suelo? ¿Están protegidas?				
	13	Vías de circulación - Zonas peligrosas	¿Las zonas de peligro están señalizadas?				
	14	Lugares de trabajo exteriores	¿Los lugares de trabajo al aire libre poseen una iluminación artificial cuando no sea suficiente la luz del día?				
	15	Lugares de trabajo exteriores	¿Al aire libre, se tienen estructuras que protejan contra las inclemencias del tiempo y, en caso necesario, contra la caída de objetos?				

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha				
Empresa	0	0	Responsable	0			
Área	0						
Puesto	0						
Ámbito	Servicios higiénicos y locales de descanso y primeros auxilios						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
	1	Locales de descanso	Por la actividad que se desarrolla, ¿es necesario un local de descanso?				
	2	Locales de descanso	Los locales de descanso deberán tener unas dimensiones suficientes y estar equipados con un número de mesas y de asientos con respaldo acordes con el número de trabajadores.				
	3	Locales de descanso	En los locales de descanso deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.				
	4	Vestuarios y armarios	¿Necesidad de vestuarios (utilización de ropa especial)? Capacidad de acuerdo al nº de trabajadores				
	5	Vestuarios y armarios	Deberán estar previstos para los hombres y para las mujeres vestuarios separados o una utilización separada de los vestuarios.				
	6	Duchas, lavabos	Instalación de lavabos en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios. Deberán preverse lavabos separados o una utilización por separado de los mismos para hombres y mujeres cuando ello sea necesario por razones de decencia.				
	7	Duchas, lavabos	Si las salas de duchas o de lavabos y los vestuarios estuvieran separados, la comunicación entre unas dependencias y otras deberá ser fácil.				
	8	Locales de primeros auxilios	Cuando la importancia de los locales, el tipo de actividad que en ellos se desarrolle y la frecuencia de los accidentes lo requieran, se deberá destinar uno o varios locales a los primeros auxilios.				
	9	Locales de primeros auxilios	Deberá también poder disponerse de material de primeros auxilios en todos los lugares en que las condiciones de trabajo lo requieran. Deberá estar señalizado de forma adecuada y resultar de fácil acceso				
	10	Primeros auxilios	Espacio para: botiquín; un lavabo con agua fría y caliente; agua potable y vasos de plástico desechables; jabón y toallas de papel; armario para almacenar material de primeros auxilios; contenedores de apertura con el pie, con bolsas adecuadas para la eliminación de material sanitario; camilla con protección impermeable; una silla; teléfono u otro medio de comunicación; libro registro de incidentes atendidos por la persona encargada de los primeros auxilios.				
	11	Temperatura de los locales	¿La temperatura de los locales de descanso , de los locales para el personal de guardia, de los servicios, de los comedores y de los locales de primeros auxilios responde al uso específico de estos locales?				
	12	Aseo	Una ducha por cada diez trabajadores o fracción que finalicen su jornada simultáneamente.				
	13	Aseo	El número recomendable de inodoros será de uno por cada quince mujeres o fracción que trabajen en la misma jornada.				
	14	Aseo	El número recomendable de inodoros será de un retrete y un urinario por cada veinticinco hombres o fracción.				

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha			
Empresa	0	0	Responsable	0		
Área	0					
Puesto	0					
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
	1	Escaleras mecánicas y cintas rodantes Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.				
	2	Muelles y rampas de carga Los muelles y las rampas de carga deberán ser adecuados, en función de las dimensiones de las cargas transportadas.				
	3	Muelles y rampas de carga Los muelles de carga deberán tener al menos una salida. Cuando los muelles de carga sobrepasen una longitud determinada deberán tener una salida en cada extremo, siempre que sea técnicamente posible.				
	4	Selección  <p>Fig. 5 – Gama de los diferentes medios de acceso</p>				
	5	Plataformas de trabajo / pasarelas Resistencia a efectos ambientales (corrosión)				
	6	Plataformas de trabajo Máquinas instaladas, deben poderse retirar sin necesidad de desmontar guardacuerpos, partes del suelo o cualquier otra barrera de protección permanente				
	7	Pasarelas Máquinas instaladas, deben poderse retirar sin necesidad de desmontar guardacuerpos, partes del suelo o cualquier otra barrera de protección permanente				

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha			
Empresa	0	0	Responsable	0		
Área	0					
Puesto	0					
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
	8	Plataformas de trabajo/pasarelas	Pasarelas y plataformas lo más alejado posible de emisiones de materiales y sustancias peligrosas			
	9	Plataformas de trabajo / pasarelas	distancias mínimas a superficies calientes, equipos eléctricos en tensión sin aislamiento			
	10	Plataformas de trabajo / pasarelas	Si existen obstáculos en paredes o techo, ¿tienen protecciones?			
	11	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Profundidad mínima de escalón 80 mm			
	12	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Contrahuella máxima 250 mm y constante			
	13	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Proyección del escalón o descansillo mayor de 10 mm			
	14	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Anchura libre entre las zancas o guardacuerpos: 450 - 600 mm			
	15	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Altura libre, mínimo 2300 mm			
	16	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Espacio libre, mínimo 850 mm			
	17	Escalas de peldaños	Dimensiones de las escalas de peldaños: Altura de la escalera, de cada tramo, no superior a 3000 mm			
	18	Guardacuerpos	Guardacuerpos cerca de zonas peligrosas con riesgo de caída			
	19	Guardacuerpos	Altura mínima de guardacuerpos 1100 mm			
	20	Guardacuerpos	Guardacuerpos con listón intermedio			
	21	Escaleras fijas	Todas las partes deben estar diseñadas para no causar atrapamientos, heridas o molestias			
	22	Escaleras fijas	La apertura o cierre de las partes móviles no debe dar lugar a peligros adicionales			
	23	Escaleras fijas	Elementos de sujeción (patas, anclajes, soportes y fijaciones) mantienen el conjunto suficientemente rígido y estable			
	24	Escaleras fijas	En escalas fijas con dispositivo anticaída, los elementos de sujeción deben resistir las fuerzas provocadas por los dispositivos anticaídas al detener a la persona en su caída			

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha			
Empresa	0	0	Responsable	0		
Área	0					
Puesto	0					
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
	25	Escalas	Escalas: Separación entre peldaños constante 225-300 mm			
	26	Escalas	Separación entre escalas y zona de salida: esta distancia no debe ser mayor que la separación entre peldaños			
	27	Escalas	Separación entre escalas y zona de llegada: peldaño superior a la misma altura que la plataforma de llegada, si la separación entre plataforma y escala es mayor de 75 mm debe realizarse una extensión de la zona de llegada			
	28	Escalas	Si los peldaños de la escala tienen un solo montante, los peldaños de un lado deben estar colocados a la misma altura que los peldaños correspondientes del lado opuesto del montante			
	29	Escalas	Longitud de los peldaños con 2 montantes: separación entre montantes 400-600 mm			
	30	Escalas	Longitud de los peldaños con 2 montantes: separación entre montantes 300-400 mm si el entorno impide llegar a los 400 mm			
	31	Escalas	Longitud de los peldaños con 2 montantes y dispositivo anticaídas: separación entre montantes y la línea de anclaje rígida para un dispositivo anticaídas deslizante debe ser como mínimo 150 mm y el espesor de la línea de anclaje rígida 80 mm			
	32	Escalas	Diámetro de los peldaños, mínimo de 20 mm o la longitud de apoyo de los peldaños de sección poligonal y de perfil en U debe ser, como mínimo de 20 mm			
	33	Escalas	La sección de los peldaños no debe dar dimensiones imposibles de coger con la mano. El diámetro del peldaño no debe ser superior a 35 mm			
	34	Escalas	Superficie de los peldaños no deben provocar lesiones, y deben tener superficie antideslizante.			
	35	Escalas	Dispositivos de protección contra deslizamientos. Las extremidades de los peldaños de las escalas fijas con un solo montante deben estar provistas de dispositivos de protección contra deslizamientos por el lateral de los peldaños. Altura mínima de 20 mm			
	36	Escalas	Separación entre la escala y cualquier parte fija por delante de la escala: mínimo 650 mm (600 mm si el obstáculo es discontinuo)			
	37	Escalas	Separación entre la escala y cualquier parte fija por detrás de la cara posterior de los peldaños: mínimo 200 mm (150 mm si el obstáculo es discontinuo)			
	38	Escalas	Jaulas de seguridad: parte más baja (aro inferior) altura entre 2200 mm y 3000 mm por encima de la zona de salida			
	39	Escalas	Jaula de seguridad: lado para el acceso no debe tener elementos susceptibles de obstruirlo			
	40	Escalas	Hueco en el interior del aro de la jaula: 650-800 mm			
	41	Escalas	Distancia desde el peldaño a la jaula de seguridad entre 325-400 mm			
	42	Escalas	Separación en la jaula, medida sobre el eje transversal de los peldaños de la escala, entre la cara interior de la jaula y los peldaños, entre 500-700 mm			
	43	Escalas	Distancia entre 2 aros no superior a 1500 mm			

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha			
Empresa	0	0	Responsable	0		
Área	0					
Puesto	0					
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
	44	Escalas	Distancia entre 2 elementos verticales no superior a 300 mm			
	45	Escalas	Aros colocados perpendicularmente a los elementos verticales			
	46	Escalas	Elementos verticales de la jaula deben estar fijados a la cara interior de la jaula y repartidos regularmente			
	47	Escalas	Distanciamiento entre aros y elementos verticales no debe dejar superficies vacías superiores a 0,40 m ²			
	48	Escalas	La jaula no es necesaria si las estructuras circundantes (muros, partes de máquinas...) por delante y por los lados de la escala proporcionan el mismo grado de protección contra caídas			
	49	Escalas	Dispositivo anticaídas deslizante con línea de anclaje rígida según Norma EN 353-1			
	50	Escalas	Si la zona de salida se encuentra sobreelevada más de 500 mm con respecto a superficies circundantes o si la zona de salida está próxima a zonas que no pueden soportar una carga, la zona de salida debe tener guardacuerpos o medios equivalentes que puedan proteger a personas contra caídas a altura			
	51	Escalas	Si la distancia horizontal de una escala fija con jaula de seguridad con respecto al guardacuerpos de la zona de salida sobreelevada, no es superior a 1500 mm, el guarda cuerpo debe estar provisto de una extensión, o la estructura de la jaula debe ser prolongada hasta el guardacuerpos			
	52	Escalas	Exterior superior de la extensión debe cumplir			
	53	Escalas	Distancia entre jaula y extensión no superior a 400 mm			
	54	Escalas	ángulo formado por la vertical y una recta que una la parte superior de la extensión con la parte más próxima de la jaula de seguridad, igual o superior a 45 grados			
	55	Escalas	Los componentes deben estar dimensionados de manera que la anchura horizontal de cualquier espacio no sea superior a 300 mm, y la superficie de espacio vacíos sea menor de 0,4 m ²			
	56	Escalas	Si la zona de llegada es sobre la estructura de una máquina o edificio, se debe prever una plataforma de acceso			
	57	Escalas	Las escalas pueden tener una salida frontal o lateral en la zona de llegada. La anchura de la abertura de acceso debe estar entre 500-700 mm			
	58	Escalas	Las aberturas deben estar provistas de portillas			
	59	Escalas	Dirección de apertura de la portilla no debe ser hacia el exterior de la plataforma, apertura fácil, cierre automático (muelles o gravedad), debe tener un pasamanos y un listón intermedio			
	60	Escalas	Salida a la plataforma mediante trampilla, si por razones técnicas es necesario el acceso o salida de la escala por debajo de la plataforma. La abertura debe estar asegurada mediante una trampilla o mediante guardacuerpos en combinación con una portilla			

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha				
Empresa	0	0	Responsable	0			
Área	0						
Puesto	0						
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre descansos...						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
	61	Escalas	Diseño de la trampilla: abertura de dimensiones mayor o igual a las dimensiones de la jaula, no se debe abrir hacia abajo, debe moverse hacia arriba y horizontalmente, apertura manual y fácil, debe permitir el paso del operador de manera segura mientras está abierta, el cierre se debe realiza después de que el operador haya pasado de manera segura, sin que él tenga que intervenir				
	62	Escalas	Escala con dos montantes y sin dispositivo anticaídas (3000 mm máximo): disponer de pasamanos que conecten los montantes de la escala con el pasamos del guardacuerpos. Estos pasamanos deben estar fijados al guardacuerpos de la zona de llegada				
	63	Escalas	Escala con un solo montante y sin dispositivo anticaídas (3000 mm máximo) Se deben montar pasamanos a ambos lados de la escala, comenzando en el nivel del anteúltimo peldaño, prolongándolos hasta el nivel del pasamanos del guardacuerpos de la zona de llegada y conectándolos a él				
	64	Escalas	Se requiere la instalación de plataformas cuando la altura a flanquear de las escalas fijas sea superior a 6000 mm				
	65	Escalas	Si existen varios vuelos, la altura de un vuelo de escala entre la zona de salida y la plataforma más próxima, o entre dos plataformas sucesivas no debe ser superior a 6000 mm				
	66	Escalas	En el caso de un solo vuelo (sin plataforma), la altura entre la zona de salida y la zona de llegada puede ser ampliada hasta 10000 mm como máximo				
	67	Escalas	Las plataformas intermedias, instaladas entre 2 vuelos de escala, debe ser superior o igual a 700 mm, deben estar provistas de una portilla con dimensiones apropiadas para situaciones de emergencia				
	68	Escalas	La anchura de los descansillos debe ser superior o igual a 700 mm				
	69	Escalas	Los descansillos desplazables para escalas con un montante o con dispositivo anticaídas deslizante deben ser, como mínimo, de 400 mm de ancho y 300 mm de largo o deben están compuesto de dos parte de 13 mm de ancho y 300 mm de largo, como mínimo				
	70	Escalas	Dos vuelos de escala pueden ser adyacentes sin plataforma separada si esto es inevitable debido a la implantación o al entorno de la máquina. En este caso, el vuelo inferior de la escala debe ser prolongado de manera que el peldaño más alto esté como mínimo a 1680 mm por encima de la plataforma, con el fin de proporcionar buenos apoyos para las manos del usuario de la escala.				
	71	Escalas	La altura del resguardo por encima de la plataforma debe ser como mínimo 1600 mm				
	72	Escalas	La altura libre para pasar entre la plataforma y el aro completo más bajo de la jaula de seguridad de la escala superior debe ser entre 2200 mm y 2300 mm				
	73	Escalera y rampa	¿Lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura están protegidos?				

Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95			
Empresa	0				
Zona	0				
Símbolo	Explicación	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Valor P99 mm	Definición
a1	amplitud de codo a codo				ISO 7250:2017, 6.2.9
a2	anchura de hombros (biacromial)				ISO 7250:2017, 6.2.7
a3	amplitud de la mano con el pulgar				ISO 7250:2017, 6.3.18
a4	amplitud de la mano en los metacarpos				ISO 7250:2017, 6.3.3
a5	amplitud de dedo índice, proximal				ISO 7250:2017, 6.3.5
a6	amplitud del pie				ISO 7250:2017, 6.3.8
a17	anchura de caderas, sentado				ISO 7250:2017, 6.2.10
b1	ancho del cuerpo de pie				ISO 7250:2017, 6.1.10
b2	alcance del puño, alcance hacia delante				ISO 7250:2017, 6.4.2
b3	Profundidad de la mano en la palma				ISO 7250:2017, 6.3.17
b4	profundidad de la mano en el pulgar				
b15	espesor abdomen-trasero, sentado				ISO 7250:2017, 6.2.16
b18	espacio libre para el muslo (espesor del muslo)				ISO 7250:2017, 6.2.12
c1	longitud rodilla-trasero				ISO 7250:2017, 6.4.8
c2	longitud pie				ISO 7250:2017, 6.3.7
c3	Longitud de la cabeza desde la punta de la nariz				
d1	diámetro del brazo, valor fijo				ISO 15534-3 ISO 7250:2017, 6.3.19
d2	Diámetro antebrazo				
d3	Diámetro del puño				ISO 7250:2017,
h1	estatura (altura del cuerpo)				ISO 7250:2017, 6.1.2
h4	altura del codo				ISO 7250:2017, 6.1.5
h6	altura de la entepierna				ISO 7250:2017, 6.1.7
h8	altura del tobillo, valor fijo				ISO 15534-3
h11	altura sentado (erguido)				ISO 7250:2017, 6.2.1
h12	altura de los ojos, sentado				ISO 7250:2017, 6.2.2
h13	altura de los hombros, sentado				ISO 7250:2017, 6.2.4
h16	longitud de la pierna (altura del poplíteo)				ISO 7250:2017, 6.2.11
h17	altura del puño por debajo de la superficie del asiento, sentado, valor fijo				
t1	longitud operativa del brazo				
t2	distancia de alcance del antebrazo, longitud codo-puño menos el diámetro del brazo				ISO 7250:2017, ISO 15534-4
t3	alcance lateral del brazo				ISO 15534-3
t4	Longitud de la mano				ISO 7250:2017, 6.3.17
t5	longitud de la mano al pulgar				
t6	longitud dedo índice				ISO 7250:2017, 6.3.4

Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95
Empresa	0	
Zona	0	

Márgenes			
			mm
Márgenes para alturas	calzado	x1	30
	calzado y movimiento de pies	x2	130
	calzado y facilitar cruce de piernas o para asiento con ajuste de inclinación hacia delante	x3	130
Márgenes para anchuras	movimiento de piernas, mínimo	y	350
Márgenes para profundidades	movimiento a la altura de las rodillas, mínimo	z1	50
	movimiento de pies, mínimo	z2	100
Otros	espesor del plano de trabajo lo menor posible, preferiblemente espesor máximo en el canto más próximo al operador		30
	anchura del reposapiés, mínimo		700
	profundidad del reposapiés, preferible		700

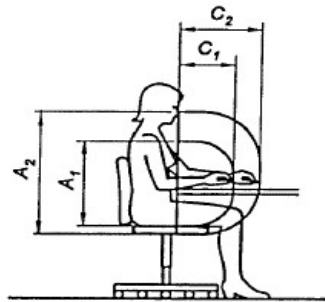
Coefficientes		min	max	valor
k	Coeficiente según demanda visual	1,1	1,3	

Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95	
Empresa	0		
Zona	0		
TOLERANCIAS CUERPO ENTERO			
Abertura para movimiento horizontal en posición de pie			
Abertura para movimiento horizontal-lateral en cortas distancias en posición de pie			
Tolerancia de alturas (x)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	50		
Uso de larga duración/frecuente/andar rápido/correr	100		
Calzado pesado	40		
Por EPIS (casco..)	60		
Tolerancia de anchuras (y)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	50		
Uso de larga duración/frecuente/andar rápido/correr	100		
Ropa de trabajo	20		
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100		
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100		
Transporte de persona herida	200		
Movimiento vertical por conducto, utilizando escala			
Boca de hombre con necesidad de movimiento rápido			
Tolerancia de alturas (x) y anchuras (y)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	100		
Ropa de trabajo	20		
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100		
EPIS (excepto Equipos de respiración)	100		
Abertura para entrada de rodillas			
Tolerancia de alturas (x) y anchuras (y)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	100		
Ropa de trabajo	20		
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100		
EPIS (excepto Equipos de respiración)	100		
Movimiento mirando hacia delante	100		

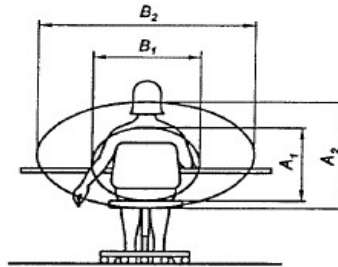
Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95
Empresa	0	
Zona	0	
TOLERANCIAS PARTES DEL CUERPO		
Acceso a la abertura de parte superior y brazos		
Tolerancia (x)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Distancia de acceso	50	
Ropa de trabajo	20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100	
EPIS (excepto Equipos de respiración)	100	
Acceso a la abertura de cabeza hasta los hombros para inspección		
Tolerancia (x)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Distancia para movimiento de la cabeza	50	
Por EPIS (casco..)	100	
Para evitar tocar la abertura (por suciedad, químicos...)	100	
Acceso a la abertura para los dos brazos Abertura para el acceso para un brazo hasta el hombro Acceso a la abertura para un brazo hasta el codo		
Tolerancia amplitud (x) y anchura (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	20	
Ropa de trabajo	20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100	
Acceso a la abertura para los dos brazos hasta el codo		
Tolerancia amplitud (x) y anchura (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	120	
Ropa de trabajo	20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100	
Abertura para el acceso del puño Abertura para el acceso de la mano plana Acceso a la abertura por el dedo índice, limitado por los demás dedos		
Tolerancia (x) y (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	10	
Uso de equipo de protección para la mano	20	
Abertura para el acceso de un pie hasta el tobillo		
Tolerancia (x) y (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	10	
Calzado	30	
Abertura para el acceso a controles mediante la puntera		
Tolerancia (x) y (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	10	
Calzado	40	

Estudio:	Cálculo distancias por puesto				ISO 14738:2002
Empresa	0				
Área	0				
Puesto	0				
Postura	Sentada				
Zona	Parámetro	Valor recomendado mm	Valor min mm	Valor max mm	Descripción
Límites de la zona de trabajo para los brazos	A1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, altura A1 (desde el asiento hasta el hombro; con centro a la altura del codo aproximadamente)
	A2	x	x	0	Zona de trabajo máxima, altura A2 (desde 50mm por debajo del asiento hasta la altura del ojo)
	B1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, anchura B1, los límites laterales de la zona vienen definidos por el ángulo formado por los brazos 60º
	B2	0	x	x	Zona de trabajo máxima, anchura B2 (ampliable por necesidad de movimiento)
	C1	x	0	120	Zona de trabajo recomendada, profundidad C1min para trabajo con los brazos no apoyados hasta C1max para trabajo con los brazos apoyados
	C2	x	x	-190	Zona de trabajo máxima, profundidad C2 (valor fijo, teniendo en cuenta los movimientos del cuerpo)
Requisitos de espacio para piernas y pies	A	30	30	130	Altura del espacio para las piernas, postura sentada, regulable Amin-Amax, no regulable A
	B	350	x	x	Espacio para pies y piernas, anchura B (para anchura de acceso y asientos fijos ver anchura B de Postura sentada en alto)
	C	50	x	x	Espacio para las piernas, profundidad a la altura de las rodillas, C
	D	100	x	x	Profundidad del espacio de las piernas para los pies, D
	E	0	x	x	Espacio para el movimiento de piernas bajo el asiento, E
	F	x	30	30	Altura del asiento por encima del plano de apoyo de los pies, regulable, Fmin-Fmax
	G	x	0	0	Altura del reposapiés (regulable, útil solo si la altura del plano de trabajo no es regulable), Gmin-Gmax

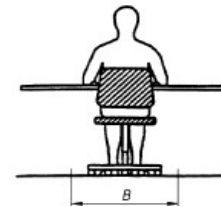
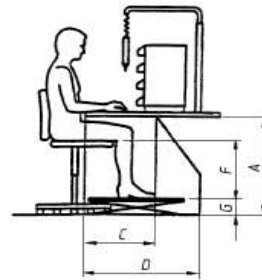
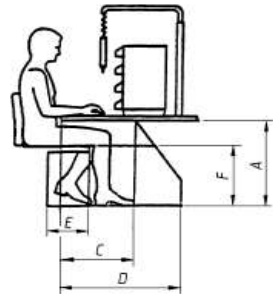
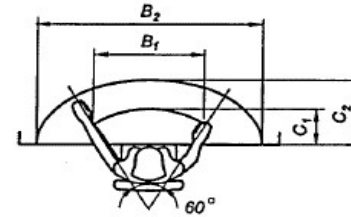
Estudio:	Cálculo distancias por puesto	ISO 14738:2002
Empresa	0	
Área	0	
Puesto	0	
Postura	Sentada	



Altura del plano de trabajo, regulable

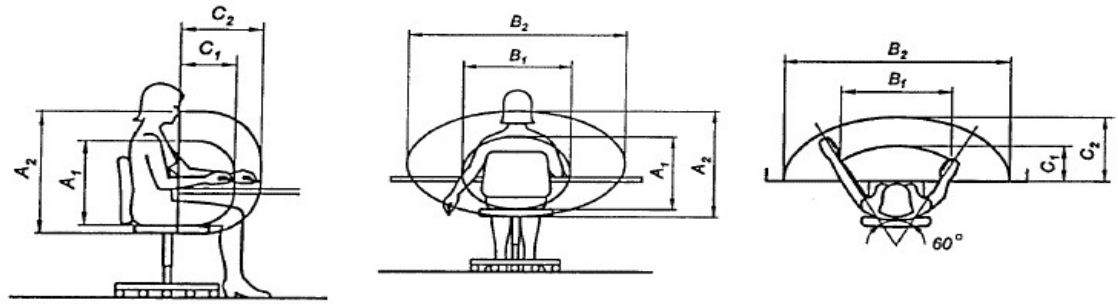


Altura del plano de trabajo, no regulable

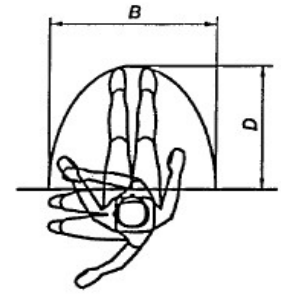
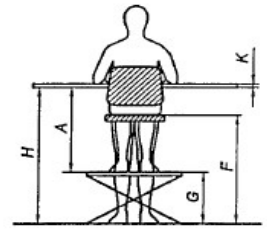
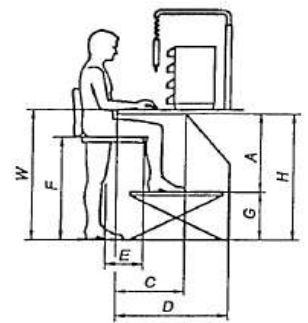


Estudio:	Cálculo distancias por puesto				ISO 14738:2002
Empresa	0				
Área	0				
Puesto	0				
Postura	Sentada de en alto				
Zona	Parámetro	Valor recomendado mm	Valor min mm	Valor max mm	Descripción
Límites de la zona de trabajo para los brazos	A1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, altura A1 (desde el asiento hasta el hombro; con centro a la altura del codo aproximadamente)
	A2	x	x	0	Zona de trabajo máxima, altura A2 (desde 50mm por debajo del asiento hasta la altura del ojo)
	B1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, anchura B1, los límites laterales de la zona vienen definidos por el ángulo formado por los brazos 60º
	B2	0	x	x	Zona de trabajo máxima, anchura B2 (ampliable por necesidad de movimiento)
	C1	x	0	120	Zona de trabajo recomendada, profundidad C1min para trabajo con los brazos no apoyados hasta C1max para trabajo con los brazos apoyados
	C2	x	x	-190	Zona de trabajo máxima, profundidad C2 (valor fijo, teniendo en cuenta los movimientos del cuerpo)
Requisitos de espacio para piernas y pies	A	30	30	130	Altura del espacio para las piernas, postura sentada regulable Amin-Amax, no regulable A
	B	100	x	x	Espacio para pies y piernas, anchura (para el acceso al asiento), B
	C	50	x	x	Espacio para las piernas, profundidad a la altura de las rodillas, C
	D	100	x	x	Profundidad del espacio de las piernas para los pies, D
	E	0	x	x	Espacio para el movimiento de las piernas bajo el asiento, en posición sentada, E
	F	x	-130	-30	Altura del asiento regulable, Fmin-Fmax
	G	0	-160	-60	Altura del reposapiés regulable, Gmin-Gmax; no regulable (solo en combinación con un plano de trabajo regulable en altura), G
	H	-30	x	x	Altura del espacio para las piernas, a partir del suelo
	K	30		30	Espesor del plano de trabajo (máximo recomendado Kmax)
W	0	x	x	Altura del plano de trabajo	
Wadj	0	x	x	Intervalo de ajuste para la altura del plano de trabajo	

Estudio:	Cálculo distancias por puesto	ISO 14738:2002
Empresa	0	
Área	0	
Puesto	0	
Postura	Sentada de en alto	

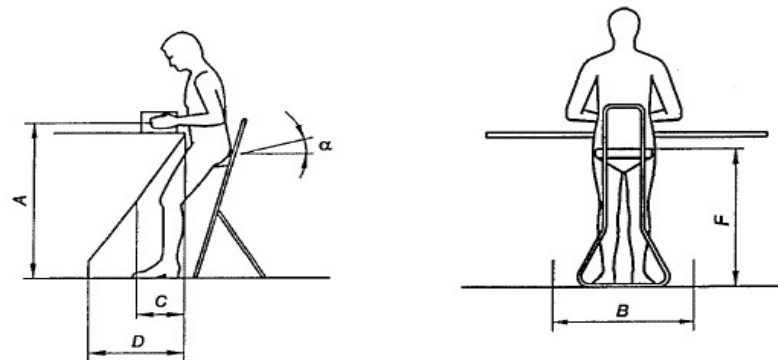
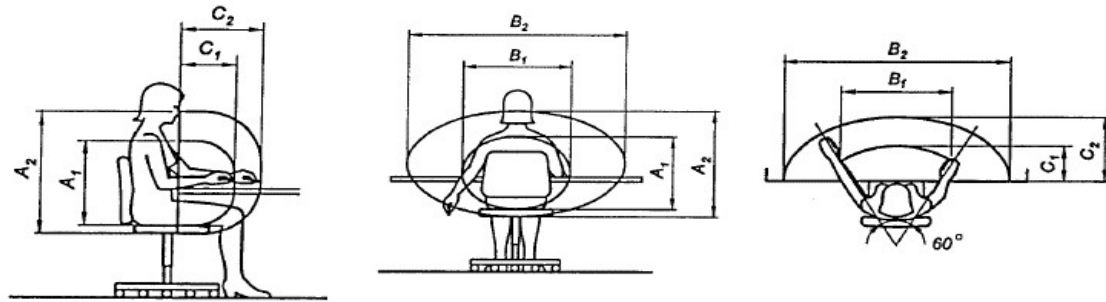


Altura del plano de trabajo no regulable



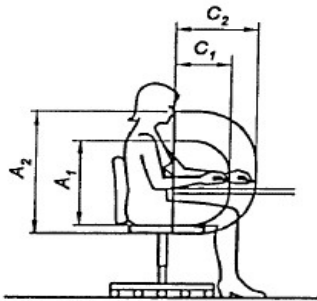
Estudio:	Cálculo distancias por puesto				ISO 14738:2002
Empresa	0				
Área	0				
Puesto	0				
Postura	De pie con sillín de apoyo				
Zona	Parámetro	Valor recomendado mm	Valor min mm	Valor max mm	Descripción
Límites de la zona de trabajo para los brazos	A1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, altura A1 (desde el asiento hasta el hombro; con centro a la altura del codo aproximadamente)
	A2	x	x	0	Zona de trabajo máxima, altura A2 (desde 50mm por debajo del asiento hasta la altura del ojo)
	B1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, anchura B1, los límites laterales de la zona vienen definidos por el ángulo formado por los brazos 60º
	B2	0	x	x	Zona de trabajo máxima, anchura B2 (ampliable por necesidad de movimiento)
	C1	x	0	120	Zona de trabajo recomendada, profundidad C1min para trabajo con los brazos no apoyados hasta C1max para trabajo con los brazos apoyados
	C2	x	x	-190	Zona de trabajo máxima, profundidad C2 (valor fijo, teniendo en cuenta los movimientos del cuerpo)
Requisitos de espacio para piernas y pies	A	0	30	30	Tareas con requisitos visuales y/o de precisión altos. Altura del plano de trabajo, regulable Amin-Amax, no regulable A
	A	0	30	30	Tareas con requisitos visuales o de precisión medios. Altura del plano de trabajo, regulable Amin-Amax, no regulable A
	A	0	30	30	Permite libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos. Altura del plano de trabajo, regulable Amin-Amax, no regulable A
	B	350	x	x	Anchura del espacio para las piernas, B
	C	0	x	x	Profundidad del espacio para las piernas a la altura de las rodillas
	D	0	x	x	Profundidad del espacio para las piernas a la altura de los tobillos
	F	x	30	30	Altura del sillín de apoyo (regulable) Fmin-Fmax
α	15 °	0 °	15 °	Ángulo del asiento para asientos con forma de silla de montar amin-αmax, para los demás tipos de asientos α=15º	

Estudio:	Cálculo distancias por puesto	ISO 14738:2002
Empresa	0	
Área	0	
Puesto	0	
Postura	De pie con sillín de apoyo	

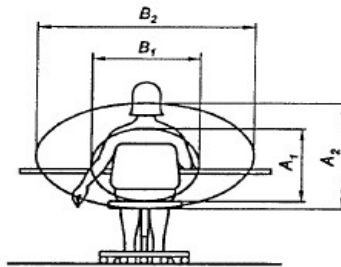
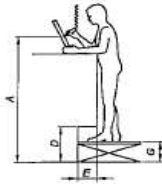


Estudio:	Cálculo distancias por puesto				ISO 14738:2002
Empresa	0				
Área	0				
Puesto	0				
Postura	De pie				
Zona	Parámetro	Valor recomendado mm	Valor min mm	Valor max mm	Descripción
Límites de la zona de trabajo para los brazos	A1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, altura A1 (desde el asiento hasta el hombro; con centro a la altura del codo aproximadamente)
	A2	x	x	0	Zona de trabajo máxima, altura A2 (desde 50mm por debajo del asiento hasta la altura del ojo)
	B1	0	x	x	Zona de trabajo recomendada, anchura B1, los límites laterales de la zona vienen definidos por el ángulo formado por los brazos 60º
	B2	0	x	x	Zona de trabajo máxima, anchura B2 (ampliable por necesidad de movimiento)
	C1	x	0	120	Zona de trabajo recomendada, profundidad C1min para trabajo con los brazos no apoyados hasta C1max para trabajo con los brazos apoyados
	C2	x	x	-190	Zona de trabajo máxima, profundidad C2 (valor fijo, teniendo en cuenta los movimientos del cuerpo)
Requisitos de espacio para piernas y pies	A	0	30	30	Tareas con requisitos visuales y/o de precisión altos. Altura del plano de trabajo, regulable Amin-Amax, no regulable A
	B	0	30	30	Tareas con requisitos visuales o de precisión medios. Altura del plano de trabajo, regulable Bmin-Bmax, no regulable B
	C	0	30	30	Permite libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos. Altura del plano de trabajo, regulable Cmin-Cmax, no regulable C
	D	130	x	x	Altura del espacio para los pies, D
	E	0	x	x	Profundidad del espacio para los pies, E
	G	x	0	0	Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable

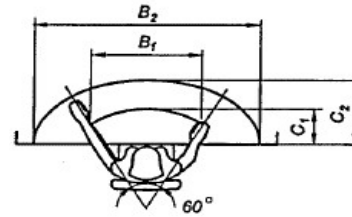
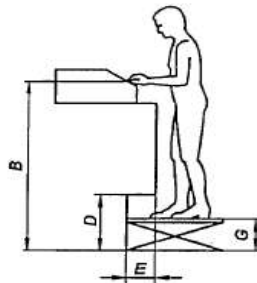
Estudio:	Cálculo distancias por puesto	ISO 14738:2002
Empresa	0	
Área	0	
Puesto	0	
Postura	De pie	



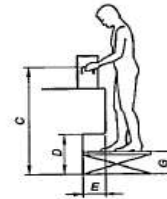
Altura de trabajo para tareas con requisitos visuales y/o de precisión altos



Altura de trabajo para tareas con requisitos visuales o de precisión medios



Altura de trabajo que permite libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos



Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000		
Empresa		0		
Área		0		
Puesto		0		
Postura	Mantenimiento			
Ref figura	Postura o movimiento	Parámetro	Valor min mm	Descripción
4.1	Abertura para movimiento horizontal en posición de pie	A	0	Altura de la abertura, A
		B	0	Ancho de la abertura, B
4.2	Abertura para movimiento horizontal-lateral en cortas distancias en posición de pie	A	0	Altura de la abertura, A
		B	0	Ancho de la abertura, B
4.3	Movimiento vertical por conducto, utilizando escala	A	0	Ancho de la abertura, A
		B	0	Espacio libre para el pie, B
		C	0	Ancho del conducto, C
		D	0	Amplitud del conducto, D
4.4	Boca de hombre con necesidad de movimiento rápido	A	0	Diámetro de la abertura, A
		B	500	Longitud de paso, B (debe ser menor a 500)
4.5	Abertura para entrada de rodillas	A	0	Ancho de la abertura, A
		B	0	Espacio libre para el pie, B

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000
Empresa		0
Área		0
Puesto		0
Postura	Mantenimiento	

4.1 Opening for horizontal forward movement in upright posture

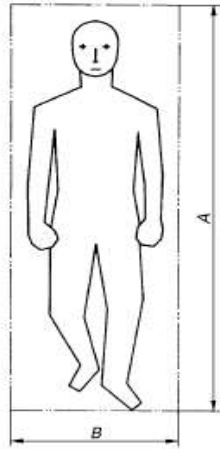


Figure 1

4.2 Opening for horizontal sideways movement over short distances in upright posture

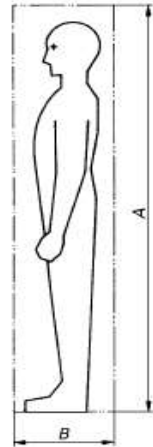


Figure 2

4.3 Vertical movement through a duct, using a ladder

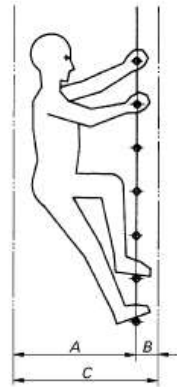


Figure 3

4.4 Manhole through which rapid active movement needs to be possible



Figure 5

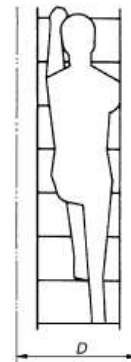


Figure 4

4.5 Opening for entry in kneeling posture

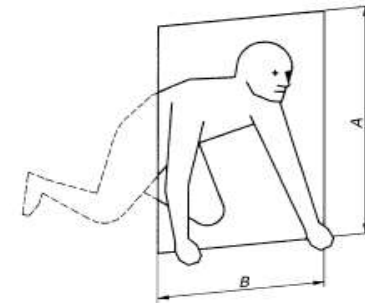


Figure 6

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000		
Empresa		0		
Área		0		
Puesto		0		
Postura	Mantenimiento			
Ref figura	Postura o movimiento	Parámetro	Valor min mm	Descripción
4.1	Acceso a la abertura de parte superior y brazos	A	0	Diámetro de la abertura, A
4.2	Acceso a la abertura de cabeza hasta los hombros para inspección	A	0	Diámetro de la abertura, A
4.3	Acceso a la abertura para los dos brazos	A	0	Amplitud de la abertura, A
		B	0	Ancho de la abertura, B
		C	0	Profundidad de la abertura, C
4.4	Acceso a la abertura para los dos brazos hasta el codo	A	0	Amplitud de la abertura, A
		B	0	Ancho de la abertura, B
		C	0	Profundidad de la abertura, C
4.5	Abertura para el acceso para un brazo hasta el hombro	A	0	Diámetro de la abertura, A
		B	0	Profundidad de la abertura, B
4.6	Acceso a la abertura para un brazo hasta el codo	A	0	Diámetro de la abertura, A
		B	0	Profundidad de la abertura, B
4.7	Abertura para el acceso del puño	A	0	Diámetro de la abertura, A
4.8	Abertura para el acceso de toda la mano plana	A	0	Ancho de la abertura, A
		B	0	Alto de la abertura, B
		C	0	Profundidad de la abertura, C
4.9	Abertura para el acceso de la mano plana hasta el pulgar	A	0	Ancho de la abertura, A
		B	0	Alto de la abertura, B
		C	0	Profundidad de la abertura, C
4.10	Acceso a la abertura por el dedo índice, limitado por los demás dedos	A	0	Diámetro de la abertura, A
		B	0	Profundidad de la abertura, B
4.11	Abertura para el acceso de un pie hasta el tobillo	A	0	Anchura de la abertura, A
		B	0	Longitud de la abertura, B
4.12	Abertura para el acceso a controles mediante la puntera	A	0	Anchura de la abertura, A
		B	0	Alto de la abertura, B
		C	0	Profundidad de la abertura, C

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000
Empresa	0	
Área	0	
Puesto	0	
Postura	Mantenimiento	

4.1 Access opening for the upper body and arms

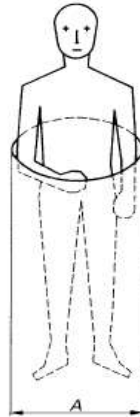


Figure 1

4.2 Access opening for the head as far as the shoulders for inspection tasks



Figure 2

4.4 Access opening for both lower arms up to the elbow (either forward or downward)

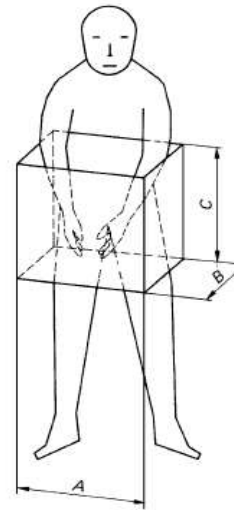


Figure 4

4.3 Access opening for both arms (either forward or downward)

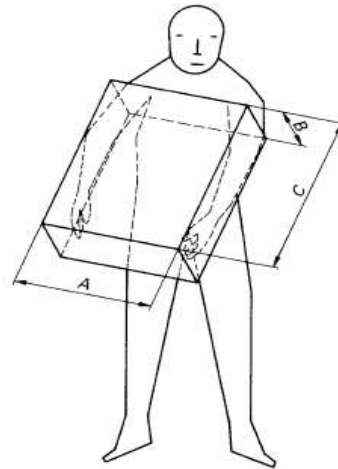


Figure 3

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000
Empresa		0
Área		0
Puesto		0
Postura	Mantenimiento	

4.5 Opening for access to the side for one arm up to shoulder joint

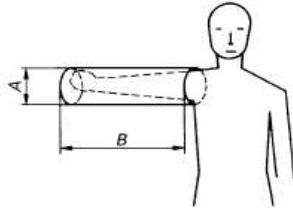


Figure 5

4.6 Access opening for one lower arm up to the elbow

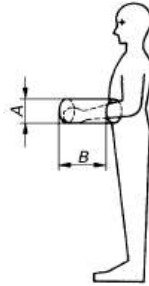


Figure 6

4.7 Access opening for fist

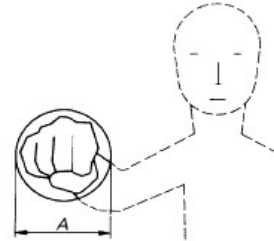


Figure 7

4.8 Access opening for flat hand to wrist, including thumb

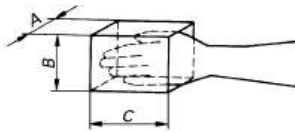


Figure 8

4.9 Access opening for flat hand (four fingers) to base of thumb

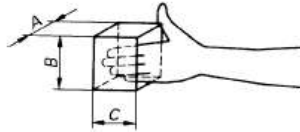


Figure 9

4.10 Access opening for index finger, restricted by the other fingers

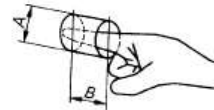


Figure 10

4.11 Access opening for one foot to ankle bone

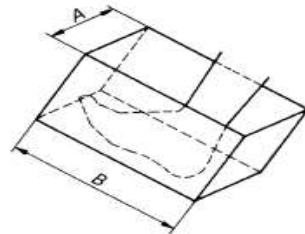


Figure 11

4.12 Access opening for forefoot-operated control actuators

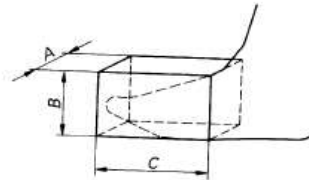


Figure 12

Estudio:	Puestos de trabajo		Tarea:				
Empresa	0			Fecha	00/01/1900		
Área	0			Responsable	0		
Puesto	0						
Ámbito	Interfaz usuario-máquina. Integración de Controles, Displays y Alarmas						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
UNE-EN 894-1	1	Seguridad en máquinas	Principio de asignación de funciones: la máquina no impone al operador exigencias inalcanzables (rapidez y exactitud en la respuesta, fuerza excesiva de accionamiento, vigilancia de pequeños cambios de información...				
UNE-EN 894-1	2	Seguridad en máquinas	Principio de complejidad: siempre que sea compatible con la tarea, reducir su complejidad				
UNE-EN 894-1	3	Seguridad en máquinas	Principio de agrupamiento: disponer los dispositivos de información y de mando de forma que sea fácil su utilización asociada				
UNE-EN 894-1	4	Seguridad en máquinas	Dispositivos más importantes y más utilizados en posiciones más accesibles				
UNE-EN 894-1	5	Seguridad en máquinas	Dispositivos incluidos en la misma subsecuencia, agrupados				
UNE-EN 894-1	6	Seguridad en máquinas	Dispositivos relacionados funcionalmente agrupados y separados visual y espacialmente de otros elementos				
UNE-EN 894-1	7	Seguridad en máquinas	Principio de identificación: dispositivos de información y mando fácilmente identificables (etiquetas y pictogramas sobre el mando o sobre el dispositivo de información o encima de los mismos)				
UNE-EN 894-1	8	Seguridad en máquinas	Principio de relaciones operacionales: dispositivos de información y mandos asociados a ellos se dispongan de forma que se evidencie su relación operacional				
UNE-EN 894-1	9	Seguridad en máquinas	Principio de disponibilidad de la información: la información del estado del sistema debe estar disponible con facilidad cuando el operador la requiera, sin que interfiera con otras actividades, debe recibir la confirmación rápida y sin demoras innecesarias de la aceptación de sus acciones por el sistema				
UNE-EN 894-1	10	Seguridad en máquinas	Principio de redundancia: dispositivos de información y de mando adicionales cuando la redundancia pueda mejorar la seguridad del sistema en su conjunto				
UNE-EN 894-1	11	Seguridad en máquinas	Principio de accesibilidad: la información debe ser fácilmente accesible, asegurar que los dispositivos de información son visibles por el operador, tener en cuenta que la información puede ser ocultada por la posición de brazos del operador				
UNE-EN 894-1	12	Seguridad en máquinas	Principio de espacio para los movimientos: los movimientos del cuerpo necesarios para accionar los dispositivos de mando no sean molestos para el operador				
UNE-EN 894-1	13	Seguridad en máquinas	Principio de compatibilidad con el aprendizaje: la función, el movimiento y la posición de los dispositivos de mando y dispositivos de información deben corresponderse con las expectativas del operador, extraídas de su experiencia profesional o de su formación y entrenamiento (respetando las convenciones habituales)				
UNE-EN 894-1	14	Seguridad en máquinas	Principio de compatibilidad con la práctica: la función, el movimiento y la posición de los dispositivos de información y de mando deben corresponder a las expectativas basadas en la experiencia práctica de utilización del sistema y de los manuales de utilización aplicables				
UNE-EN 894-1	15	Seguridad en máquinas	Principio de coherencia: partes similares de un sistema hombre-máquina funcionen de manera coherente				

Estudio:	Puestos de trabajo		Tarea:	Fecha	00/01/1900			
Empresa	0			Responsable	0			
Área	0							
Puesto	0							
Ámbito	Higiene y habitabilidad							
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A	
Directiva 89/654/CEE	1	Ventilación lugares cerrados	¿Cuenta con ventilación adecuada?					
Directiva 89/654/CEE	2	Temperatura de los locales	¿La temperatura en los locales de trabajo es adecuada al organismo humano durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados y las presiones físicas impuestas a los trabajadores?					
Directiva 89/654/CEE	3	Temperatura de los locales	¿Las ventanas, las luces cenitales y los tabiques acristalados evitan una radiación solar excesiva en los lugares de trabajo, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y el carácter del lugar de trabajo?					
Directiva 89/654/CEE	4	Iluminación natural / artificial	¿Los lugares de trabajo tienen, en la medida de lo posible, luz natural suficiente y están equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores?					
Directiva 89/654/CEE	5	Iluminación natural / artificial	¿Se tienen sistemas de iluminación de seguridad con intensidad suficiente?					
	6	Ruido	¿los niveles de ruido son menores de 80dB?					
RD 486/1997	7	Temperatura de los locales	Trabajos sedentarios (oficina) 17-27 °C					
RD 486/1997	8	Temperatura de los locales	Trabajo ligeros 14-25°C					
RD 486/1997	9	Humedad	Humedad relativa 30-70 %					
RD 486/1997	10	Humedad	Humedad relativa en lugares con riesgo de electricidad estática 50-70 %					
RD 486/1997	11	Corrientes de aire	Trabajos en ambientes no calurosos no exceder 0,25 m/s					
RD 486/1997	12	Corrientes de aire	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,5 m/s					
RD 486/1997	13	Corrientes de aire	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,75 m/s					
RD 486/1997	14	Aire acondicionado	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,5 m/s					
RD 486/1997	15	Aire acondicionado	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,35 m/s					

Estudio:	Puestos de trabajo		Tarea:	Fecha	00/01/1900			
Empresa	0			Responsable	0			
Área	0							
Puesto	0							
Ámbito	Higiene y habitabilidad							
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A	
RD 486/1997	16	Iluminación	Bajas exigencias visuales 100 lux					
RD 486/1997	17	Iluminación	Exigencias visuales moderadas 200 lux					
RD 486/1997	18	Iluminación	Exigencias visuales altas 500 lux					
RD 486/1997	19	Iluminación	Exigencias visuales muy altas 1000 lux					
RD 486/1997	20	Iluminación	Áreas o locales de uso ocasional 50 lux					
RD 486/1997	21	Iluminación	Áreas o locales de uso habitual 100 lux					
RD 486/1997	22	Iluminación	Vías de circulación de uso ocasional 25 lux					
RD 486/1997	23	Iluminación	Vías de circulación de uso habitual 50 lux					

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Partes del centro de control				
Empresa	-	Responsable	-					
Área	-							
Puesto	-							
Lista de salas								
Sala de control								
Sala de reunión								
Instalaciones dedicadas a la formación								
Sala de equipos								
Oficina								
Sala de mantenimiento								
Sala de descanso								
Comedor								
Cocina								
Vestuarios y cuartos de aseo								
Biblioteca para manuales y planos de ejecución								
Almacén de instrumentos								
Galería de visitantes								

Estudio:	Salas de control		Fecha	-	Fase A. Clarificación		
Empresa	-		Responsable	-			
Área	-						
Puesto	-						
PASO 1. Clarificación de objetivos y requisitos previos							
Datos de entrada		Métodos		Requisitos		Resultados	
Requisitos de usuarios		Revisión de documentos		Objetivos funcionales		Funciones del sistema	
Directrices reglamentarias, normas y otros		Entrevistas con personal asociado a la gestión,		Códigos y reglamentos		Requisitos y restricciones aplicables	
Información técnica sobre sistemas existentes y centros de control		Auditorías de los centros de control (análisis de instalaciones similares)		Requisitos de seguridad y salud		Requisitos contradictorios y soluciones de compromiso	
Retroinformación operacional		Revisiones tecnológicas (análisis de métodos y		Requisitos operacionales y de control			
Análisis de cualquier situación existente o similar		Realización de estudios ergonómicos o de otro tipo		Requisitos ergonómicos			
				Requisitos de trabajo y organizativos			
				Mantenimiento de sistemas			
				Política de empresa			
				Normas de empresa			
				Restricciones técnicas			
				Restricciones de recursos			
				Experiencias operacionales			
				Formalización de las incertidumbres del proyecto y gestión de las modificaciones			
				Estética y arquitectura			

Estudio:	Salas de control		Fecha	-	Fase B. Análisis y definición		
Empresa	-		Responsable	-			
Área	-						
Puesto	-						
PASO 2. Definición de los resultados esperados del sistema (análisis y descripción de funciones)							
Datos de entrada		Análisis funcional		Modos de funcionamiento		Resultados	
Funciones del sistema		Ensayo y crítica estructurada de los modos de funcionamiento		Habitual		Requisitos relacionados ergonómicamente con el comportamiento del sistema y funciones asociadas con el conjunto de objetivos operacionales principales y secundarios	
Requisitos y restricciones aplicables		Requisitos operacionales de seguridad y fiabilidad		Transitorio normal			
Requisitos contradictorios y soluciones de compromiso		Diagramas funcionales descendentes del proceso		Emergencia o anormal			
		Representaciones gráficas de la instalación, la producción, los procesos...		Mantenimiento			
PASO 3. Asignación de funciones a personas y máquinas							
Datos de entrada		Método		Método general		Resultados	
Requisitos relacionados ergonómicamente con el comportamiento del sistema y funciones asociadas con el conjunto de objetivos operacionales principales y secundarios		Asignación inicial hipotética		Características de comportamiento		Conjuntos de funciones a realizar por las personas	
		Evaluación de las asignaciones		Apoyo cognitivo y afectivo		Conjuntos de funciones a realizar por las máquinas, y requisitos asociados a un diseño de las máquinas que tolere los errores	
				Pasos para la asignación (tabla 1 ISO 11064-1)		Conjuntos de interacciones entre personas y máquinas	
PASO 4. Definición de los requisitos de la tarea							
Datos de entrada		Método				Resultados	
Conjuntos de funciones a realizar por las personas		Registro de los elementos de las tareas, basado en su análisis sistemático				Tareas a realizar para satisfacer los requisitos funcionales y los requisitos ergonómicos de comportamiento asociados (velocidad, precisión, lógica)	
Estudios, encuestas, ensayos y discusiones para identificar las tareas principales y sus restricciones		Análisis de la tarea incluyendo soliciones de ingeniería preliminares					

Estudio:	Salas de control		Fecha	-	Fase B. Análisis y definición
Empresa	-		Responsable	-	
Área	-				
Puesto	-				

PASO 5. Diseño del trabajo y su organización

Datos de entrada		Método		Criterios de asignación de trabajos		Resultados	
Tareas a realizar para satisfacer los requisitos funcionales y los requisitos ergonómicos de comportamiento asociados (velocidad, precisión, lógica)		Definición de una organización del trabajo provisional que satisfaga tanto los requisitos relativos a los usuarios como los reglamentarios		Carga de trabajo		Trabajos asignados a cada operador	
Requisitos para el usuario		Realización de un diseño del trabajo: - Definir los criterios de asignación de trabajos - Definir los trabajos a realizar por cada operador		Requisitos especiales relativos a información y datos		Organización del trabajo (estructura y número de operadores)	
Requisitos reglamentarios				Previsibilidad del sistema bajo control		Requisitos para la comunicación entre operadores, entre la sala de control y los control de control locales	
				Herramientas, espacio físico e instalaciones necesarias		Requisitos para los procedimientos de operación	
				Condiciones en las que deben realizarse las tareas		Requisitos para la formación	
						Requisitos para la información y el control	

PASO 6. Verificación y validación de los resultados obtenidos

Datos de entrada		Método				Resultados	
Tareas a realizar para satisfacer los requisitos funcionales y los requisitos ergonómicos de comportamiento asociados (velocidad, precisión, lógica)		Validación particular para estudiar y confirmar el progreso adecuado				Evaluación de las asignaciones de funciones y tareas	
Trabajos asignados a cada operador		Simulaciones				Evaluación de los requisitos de la tarea	
Organización del trabajo (estructura y número de operadores)						Evaluación de la asignación del trabajo a cada operador y de la organización del trabajo	
Requisitos para la comunicación entre operadores, entre la sala de control y los control de control locales						Aprobación por parte de los patrocinadores del proyecto, los propietarios, etc., de las asignaciones previstas, los planes de asignación de personal y de organización	
Requisitos para los procedimientos de operación							
Requisitos para la formación							
Requisitos para la información y el control							

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Fase C. Diseño conceptual
Empresa	-	Responsable	-	
Área	-			
Puesto	-			

PASO 7. Diseño del marco conceptual del centro de control

Datos de entrada		Métodos		Elementos de diseño conceptual		Resultados	
Evaluación de las asignaciones de funciones y tareas		Definir una política de diseño		Asignación del espacio		Especificaciones de diseño conceptual (distribuciones preliminares...)	
Evaluación de los requisitos de la tarea		Definir criterios de diseño que sean conformes con los requisitos del usuario y con las directrices reglamentarias, las normas y otros requisitos formales		Relaciones funcionales		Restricciones de diseño significativas conocidas (presupuesto, localización, seguridad, estilo, sistemas de control de contingencias, materiales, sistemas predeterminados, subsistemas...)	
Evaluación de la asignación del trabajo a cada operador y de la organización del trabajo		Desarrollar las especificaciones de diseño		Distribución de la sala de control y sus anexos		Normas reglamentarias y de empresa, prácticas, código y costumbres locales aplicables	
Aprobación por parte de los patrocinadores del proyecto, los propietarios, etc., de las asignaciones previstas, los planes de asignación de personal y de organización				Disposición de la sala de control		Estimación de los requisitos relativos a los recursos, para completar las especificaciones de diseño	
Requisitos del usuario				Dimensiones y disposición del puesto de trabajo		Relaciones operacionales entre áreas funcionales	
Guías reglamentarias, normas y otros documentos formales				Pantallas y mandos			
				Información y flujos de datos			
				Seguridad especial y controles de acceso			
				Condiciones ambientales			
				Sistemas de operación y gestión			
				Comunicaciones y relaciones de información			

PASO 8. Revisión y aprobación del diseño conceptual

Datos de entrada		Método		Resultados	
Diseño conceptual		Ensayos de situación preliminares (maquetas, realidad virtual, modelos informáticos...)			Aprobación de las especificaciones de diseño conceptual
		Discusiones de situación preliminares			
		Simulaciones de la interfaz (trabajo en equipos,			
		Estudios de visualización y de animación por			
		Auditoría de conformidad con las normas			

Estudio:	Salas de control		Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-		Responsable	-	
Área	-				
Puesto	-				

PASO 9A. Ordenación de la sala de control y sus anexos

Datos de entrada		Requisitos y aspectos técnicos		Distribución		Especificación	
Relación de las funciones del sistema		Visibilidad		Tareas que requieren enlaces entre las zonas de tarea		Número de usuarios por sala (incluyendo su posible variación)	
Las tareas y las relaciones que se establecen entre las funciones, su duración, su frecuencia y carga de trabajo		Distancias entre la sala de control y sus anexos, las unidades de proceso, los centros de control locales y los puestos de trabajo locales		Acceso a las zonas de tarea		Estimación del tamaño y requisitos de espacio, por sala, de los puestos de trabajo completamente equipados	
El trabajo a realizar por cada miembro del personal operativo, agrupando todas las tareas asignadas a cada persona		Accesibilidad de la sala de control y sus anexos y salidas de emergencia		Restricciones ambientales		Requisitos relativos a las transferencias de información en los cambios de turno y reuniones de equipos	
Una descripción preliminar del equipo a instalar en la sala de control y sus anexos		Relativos a interacciones personales y de comunicación		Principios arquitectónicos para la distribución general del edificio: forma, plantas, pilares o estructuras de acero, vías de circulación y de servicio		Situación de las fuentes de ruido (impresoras, teléfonos, alarmas...), así como sus requisitos asociados	
		Interacción entre el usuario y el equipo		Alojamiento del equipo y acceso para su mantenimiento		Espacio previsto para futuras modificaciones y ampliaciones	
		Consideración del movimiento de operadores, otro personal y visitantes, en la sala de control y sus anexos					
		Consideración del espacio necesario para actividades de mantenimiento y servicio					
		Construcción de un edificio					
		Relaciones entre unidades de proceso (procesos interdependientes), zonas a vigilar...					
		Conductos, cables y canalizaciones					
		Adaptación para futuras ampliaciones					
		Seguridad de la sala de control y sus anexos (construcción resistente a explosiones, riesgos de carácter tóxico...)					
		Seguridad, acceso del público, controles y barreras de seguridad especiales					
		Relaciones públicas (asociado al acceso del público)					
		Visibilidad de la sala por motivos de seguridad o relaciones públicas					
		Arquitectura, el edificio debe integrarse en su entorno					

Estudio:	Salas de control		Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-		Responsable	-	
Área	-				
Puesto	-				

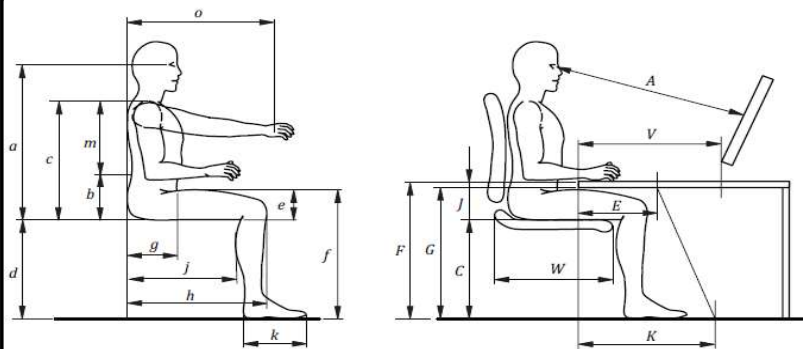
PASO 9B. Disposición de la sala de control

Datos de entrada		Método	Elementos		Resultados	
Requisitos de las tareas		Determinación del espacio utilizable		Puestos de trabajo		Disposición de la sala de control
Diseño del trabajo		Identificación del mobiliario y del equipo a instalar en el espacio de la sala de control		Estantes de equipo		
Relaciones operacionales		Determinación de las relaciones operacionales a establecer entre los elementos presentes en la sala de control, incluido el personal		Espacio para almacenamiento, en el puesto de trabajo y fuera de él		
		Especificación de los requisitos de circulación de personal y visitantes		Tablón de anuncios		
		Especificación de los requisitos relativos a los accesos para mantenimiento		Entradas y salidas		
				Pantallas compartidas exteriores al puesto de trabajo		
				Escritorios, archivadores, librerías...		
				Sitio para impresoras, fotocopadoras...		

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-	Responsable	-	
Área	-			
Puesto	-			

PASO 9C. Disposición y dimensiones del puesto de trabajo

Datos de entrada	Método	Elementos	Resultados
Análisis y definición de las tareas a realizar en el puesto de trabajo (operación y mantenimiento)		Pantallas	Disposición y dimensiones del puesto de trabajo
Identificación de los elementos funcionales necesarios del puesto de trabajo		Mandos	
Desarrollo de la disposición y dimensiones del puesto de trabajo		Espacio de trabajo	
		Dispositivos de comunicación	
		Asiento, reposabrazos y reposapiés	

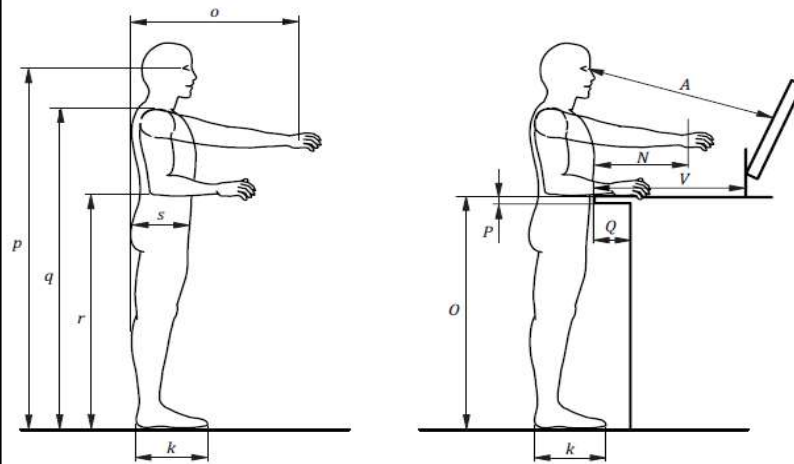


Anthropometric measurements			Control workstation dimensions		
Symbol	Description	ISO 7250-1:2008 subclause	Symbol	Description	Calculation
<i>a</i>	Eye height, sitting	4.2.2	<i>A</i>	Viewing distance ^a	
<i>b</i>	Elbow height, sitting	4.2.5	<i>C</i>	Seat pan height range ^b	$C = d$ plus shoe heel height minus comfort factor
<i>c</i>	Shoulder height, sitting	4.2.4	<i>E</i>	Horizontal clearance under ^c work surface at knee height	$E = h$ minus g
<i>d</i>	Lower leg length (popliteal height)	4.2.12	<i>F</i>	Work surface height ^d ^j	$F = d$ plus e plus shoe heel height plus seat cushion thickness plus work surface thickness
<i>e</i>	Thigh clearance	4.2.13	<i>G</i>	Vertical clearance under work surface ^e ¹⁰	$G = d$ plus e plus shoe heel height plus seat cushion thickness
<i>f</i>	Top of thigh height	4.2.14	<i>J</i>	Armrest height (from seat pan) ^f	$J = b$ plus seat cushion thickness
<i>g</i>	Buttock abdomen depth sitting	4.2.17	<i>K</i>	Horizontal clearance at foot level ^g ^k	$K = j$ minus g plus k
<i>h</i>	Buttock knee length	4.4.7	<i>V</i>	Usable work surface depth ^h	
<i>j</i>	Buttock popliteal length	4.4.6	<i>W</i>	Seat pan depth ⁱ	$W = j$
<i>k</i>	Foot length	4.3.7			
<i>o</i>	Grip reach	4.4.2			
<i>m</i>	Shoulder elbow length	4.2.6			

^a Function of eye height, sitting and task requirements and equipment.
^b Range — 5th percentile to 95th percentile.
^c Use largest h minus smallest g .
^d Fixed work surface height — use largest d plus largest e . Adjustable work surface height — range of F calculated using (smallest d and smallest e) and (largest d and largest e).
^e Fixed work surface height — use largest d added to largest e . Adjustable work surface height — range of G calculated using (smallest d and smallest e) and (largest d and largest e).
^f Range — use 5th percentile b to 95th percentile b .
^g Use largest j minus smallest g plus largest k .
^h $V =$ derived from task and control equipment requirements.
ⁱ Use smallest j .
^j Maximum recommended work surface thickness 40 mm.
^k This calculation will give maximum values — see recommendation in 5.4.2 for leg and feet clearances.

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-	Responsable	-	
Área	-			
Puesto	-			

PASO 9C. Diseño y dimensiones del puesto de trabajo



Anthropometric measurements			Control workstation dimensions		
Symbol	Description	ISO 7250-1:2008 subclause	Symbol	Description	Calculation
<i>p</i>	Eye height	4.1.3	<i>A</i>	Viewing distance ^a	
<i>q</i>	Shoulder height	4.1.4	<i>O</i>	Work surface height ^b	$O = r$ plus shoe heel height
<i>r</i>	Elbow height	4.1.5	<i>P</i>	Work surface thickness ^c	
<i>o</i>	Grip reach	4.4.2	<i>Q</i>	Knee and footwell ^d	
<i>s</i>	Body depth, standing	4.1.10	<i>V</i>	Usable work surface depth ^e	
<i>k</i>	Foot length	4.3.7	<i>N</i>	Maximum reach distance ^f	$N = o$ minus s

^a Function of eye height and task requirements and equipment.
^b Fixed work surface height — use $0.5 \cdot r$ (5th percentile r and 95th percentile r). Adjustable work surface height — 5th percentile r and 95th percentile r .
^c Recommended value not greater than 40mm.
^d Allow 300mm for shod feet and knee flexion.
^e V = derived from task and control equipment requirements.
^f Use shortest o and largest s .

PASO 9E. Diseño del entorno

Ambiente térmico		Calidad de aire		Iluminación		Acústico	
Actividad sedentaria (invierno)		Suministro de aire exterior		Superficie de trabajo con papel: 200-750 lx		Ruido ambiente menor a 45 dB LAeqT	
Temperatura operativa 20-24 °C		Concentración máxima de dióxido de carbono (sala)		Superficie de trabajo con PVD: 200-500 lx		Ruido de fondo 30-35dB LAeqT	
Diferencia de temperatura del aire entre 1,1m y 0,1 m en vertical sobre el suelo <3°C				Lámparas: índice de color mayor de 80		Alarmas acústicas: de 10 a 15 dB por encima del ruido de fondo	
Temperatura superficial del suelo 19-26°C (calefacción suelo hasta 29°C)				Iluminación indirecta: techo y otras superficies <500 cd/m ²		Alarmas acústicas: frecuencia de reverberación >0,75s (recomendado 0,4s)	
Velocidad media del aire >0,15m/s				Iluminación indirecta: luminancia máxima < 1500 cd/m ²			
Humedad relativa 30-70%							
Actividad sedentaria (verano)							
Temperatura operativa 23-26 °C							
Diferencia de temperatura del aire entre 1,1m y 0,1 m en vertical sobre el suelo <3°C							
Velocidad media del aire >0,15m/s							
Humedad relativa 30-70%							
Diseño interior							
Reflectancia suelo: 0,2-0,3							
Reflectancia paredes: 0,5-0,6 (no menor a 0,5)							

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-	Responsable	-	
Área	-			
Puesto	-			

PASO 9C. Disposición y dimensiones del puesto de trabajo

N	Pregunta	Respuesta	Sí	No	N/A
	PANTALLAS				
	Información principal en el centro del puesto				
	Información secundaria accesible pero que no suponga distracciones				
	Si se tienen otro puesto distinto al del panel, el operador debe poder ver el panel desde esta localización				
	4 pantallas es lo recomendable, más es posible que el operador pierda información				
	Si se requieren más pantallas, se necesita un segundo puesto junto al puesto principal.				
	La selección del tipo y número de pantallas, depende del tamaño, peso, disipación del calor y interferencias electromagnéticas o de radiofrecuencia				
	Pantallas de sobremesa (inclinación y giro ajustable)				
	Pantallas fijas, diseñadas de acuerdo a datos antropométricos y condiciones de visibilidad				
	CONTROLES				
	Teclado en el centro del espacio de trabajo				
	Teclado de acuerdo a ISO 9241-410				
	Espacio para apoyar las muñecas				
	Diseño del puesto ambidiestro				
	Dispositivos de entrada de datos compartidos para distintas pantallas es preferible a un dispositivo por pantalla				
	El movimiento del cursor debe acompañar la selección de la pantalla				
	Dispositivos de entrada deben poder moverse libremente en la superficie de trabajo, fijos solo en condiciones especiales (vibraciones, terremotos...)				
	Controles de emergencia: tener en cuenta el tiempo entre la alarma y la activación				
	Controles de emergencia: protegidos contra activación accidental				
	OTRAS TAREAS				
	Considerar espacio para tareas de administración, documentación, formación y/o supervisión (tanto para diestros como para zurdos)				

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-	Responsable	-	
Área	-			
Puesto	-			

PASO 9D. Diseño de dispositivos de visualización y mandos

N	Pregunta	Respuesta	Sí	No	N/A
	¿Es el operario quien maneja el estado de la planta?				
	¿el operario recibe toda la información necesaria?				
	¿Se minimizan los intercambios de información durante los cambios de turno gracias al sistema?				
	¿está disponible la "ayuda" para el operador? (manuales de consulta digital o físico...)				
	En periodos cortos de tiempo(15min), ¿el ratio de mensajes que recibe el operador está restringido a 15 por minuto?				
	En periodos superiores a 15 min, ¿se tienen en cuenta el ratio de mensajes que recibe junto con las otras tareas que realiza?				
	¿se tiene una jerarquía de tareas y una priorización de acuerdo a las urgencias de respuesta?				
	¿Se han analizado las necesidades de personas mayores o con diversidad funcional?				
	¿Se ha estudiado el equilibrio entre la información dinámica y la información estática?				
	¿tiene el operario acceso a un resumen del estado de todos los sistemas?				
	¿El operador tiene conocimiento sobre el proceso que controla?				
	¿Se ha analizado la sobrecarga y la falta de carga de trabajo?				
	¿Se sigue la regla de El mágico número siete, más o menos dos? (regla de memoria)				
	¿Se presenta la información con el menor número de caracteres posible?				
	¿Se han aplicado principios aceptados para la codificación (forma, color...)?				
	¿Es cada objeto identificable única y inequívocamente?				
	¿El sistema muestra información no válida?				
	¿es la información vital verificable mediante otros sistemas?				
	¿Se tiene redundancia para dar la información crítica para la seguridad?				
	¿La información que se presenta en distintos formatos es coherente? (siguen los mismo)				
	¿Son los diferentes estados y prioridades claramente diferenciados?				
	¿las tareas no rutinarias cuentan con información de apoyo o son autoexplicativas?				
	¿Solo se pueden manipular variables que aparezcan por pantalla?				
	¿La interfaz de trabajo ofrece interacciones directas en situaciones de emergencia?				
	Si se tiene un input incorrecto, ¿el sistema lo detecta?				
	¿Se comprueban los inputs automáticamente?				
	¿Se evita la transferencia manual de información entre sistemas?				
	¿se tienen atajos para acciones recurrentes?				

Estudio:	Salas de control	Fecha	-	Fase D. Diseño en detalle
Empresa	-	Responsable	-	
Área	-			
Puesto	-			

PASO 9D. Diseño de dispositivos de visualización y mandos

N	Pregunta	Respuesta	Sí	No	N/A
	¿es posible configurar atajos para comandos utilizados frecuentemente?				
	¿Se obtiene feedback de la información de manera constante?				
	Si no hay feedback inmediato, ¿Se han analizado las implicaciones?				
	¿las alarmas con prioridad pueden ser ocultadas por información de baja prioridad?				
	¿Las alarmas siempre se presentan de la misma manera?				
	¿El operario es informado claramente de las consecuencias de sus acciones?				
	¿El sistema permite corregir un input, modificando la parte errónea?				
	¿se tienen indicaciones de que una secuencia de acciones ha sido completada?				

Estudio:	Salas de control		Fecha	-	Fase E. Retroinformación operacional
Empresa	-		Responsable	-	
Área	-				
Puesto	-				

PASO 11. Recogida de experiencia operacional

Datos de entrada		Métodos		Resultados	
Prácticas operacionales		Observaciones sobre el terreno		Recursos de información para nuevos proyectos	
Informes de accidentes		Entrevistas a los usuarios		Información relativa a las quejas de los usuarios	
Informes de desviaciones		Análisis de tareas		Deficiencias ergonómicas	
Registros de operaciones		Recogida de datos mediante cuestionarios			

ANEXO II. LISTA DE TAREAS

Estudio:	Lista de tareas		Fecha	11/07/2019		
Empresa	Cementera		Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario					
Puesto	Operador de planta					
N	Tarea	Descripción	Frecuencia	Duración	Severidad	Prioridad
1	Alineamiento de válvulas	Alineamiento de válvulas para poder iniciar la secuencia correspondiente (arranque, paro, trasvase de tanques...)	1-10 veces al día	Minutos	Dañino	Media
2	Cierre de válvulas	Cierre de válvulas manuales de bloqueo	1-10 veces al día	Minutos	Dañino	Media
3	Verificación filtro	Verificar que el filtro F-001 está limpio	1-10 veces al día	Minutos	Ligeramente dañino	Baja
4	Accionamiento manual de bombas	En caso necesario de operar la planta en modo manual, se regularán las bombas de forma manual	1-5 veces a la semana	Minutos	Ligeramente dañino	Baja
5	Limpieza del filtro	Para extraer el filtro es primero necesario posicionar las válvulas correctamente para hacer un by-pass. El filtro de cesta se desmonta, se limpia y se vuelve a colocar	1-5 veces a la semana	Horas	Dañino	Media
6	Inspección de equipos en suelo	Inspección de bombas, válvulas, y todos los equipos que se encuentran a nivel de suelo	1-3 vez al mes	Horas	Dañino	Media
7	Inspección de tanques en altura	Para comprobar el correcto estado de los elementos que se encuentran en la parte superior del tanque, incluyendo instrumentos	1-5 veces a la semana	Horas	Extremadamente dañino	Alta
8	Inspección de tuberías	El operario sigue el recorrido de las tuberías inspeccionando la parte exterior de las mismas, comprobando su estado	1-10 veces al día	Minutos	Dañino	Media
9	Control de parámetros en planta	Identificación de posibles alarmas relacionadas con el estado de la planta, control de los modos de operación (manual, automático, remoto)	1-10 veces al día	Horas	Extremadamente dañino	Muy alta
10	Supervisión de la descarga	Supervisión de la operación de descarga por parte del conductor, y activación de la bomba	1-10 veces al día	Horas	Ligeramente dañino	Media

Estudio:	Lista de tareas		Fecha	11/07/2019			
Empresa	Cementera		Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Conductor						
N	Tarea	Descripción	Frecuencia	Duración	Severidad	Prioridad	
1	Entrada de camión	Entrada y aparcamiento de camión en zona de descarga	1-10 veces al día	Minutos	Dañino	Media	
2	Conexión manguera	Conexión de manguera de descarga	1-10 veces al día	Minutos	Dañino	Media	
3	Comprobación cisterna	Comprobar que no quedan depósitos en el interior de la cisterna	1-10 veces al día	Minutos	Extremadamente dañino	Alta	
4	Circulación por la planta	Circulación del camión desde la zona de acceso a la zona de descarga	1-10 veces al día	Minutos	Extremadamente dañino	Alta	
5	Vigilar la descarga	Comprobar que la descarga se produce de forma correcta	1-10 veces al día	Horas	Ligeramente dañino	Media	

ANEXO III. ANÁLISIS DE TAREAS

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Alineamiento de válvulas	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		1	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	En la zona de válvulas correspondiente		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Inferior a 80dB		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	Ninguna, se hace manualmente		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Posicionar todas las válvulas de forma correcta de acuerdo a la operación que se vaya a realizar		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Cierre de válvulas	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		2	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	En la zona de válvulas correspondiente		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Inferior a 80dB		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	Ninguna, se hace manualmente		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Cerrar todas las válvulas para finalizar la operación que se haya realizado		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Verificación filtro	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		3	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Baja		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	En la zona del Filtro		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Se encuentra próximo a las bombas, por lo que se tiene una potencial fuente de ruido, se superan los 85 dB, es obligatorio utilizar protección auditiva		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	Llave inglesa y destornilladores		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Apertura del filtro, y verificación visual del estado del mismo		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Accionamiento manual de bombas	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		4	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Baja		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Zona de bombas		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	De día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-5 veces a la semana		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	En la zona de las bombas, por lo que se tiene una potencial fuente de ruido, se superan los 85 dB, es obligatorio utilizar protección auditiva		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	Temperatura de la nave, no hay temperaturas extremas a pesar de no tener climatización		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	La bomba		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Selección del modo de operación en la botonera de la bomba		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Limpieza del filtro	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		5	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Sala de mantenimiento		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Normalmente de día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-5 veces a la semana		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Horas		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	La sala de mantenimiento tiene aislamiento acústico, puesto que se encuentra próxima a las bombas		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La sala de mantenimiento cuenta sistema de climatización y se puede adecuar la temperatura a las necesidades del momento		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	Destornilladores		
11	¿Qué equipos se necesitan?	Máquina de aire a presión		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, los restos de combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Asegurar el by-pass. Desmontar el filtro, extraerlo, llevarlo a la sala de mantenimiento, con la pistola de aire comprimido limpiar el filtro, colocarlo de nuevo en su ubicación, quitar by-pass		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Inspección de equipos en suelo	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		6	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Por toda la planta		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-3 vez al mes		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Horas		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	En la zona de las bombas, por lo que se tiene una potencial fuente de ruido, se superan los 85 dB, es obligatorio utilizar protección auditiva. En el resto de zonas no se superan los 80 dB		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	Aceite para bombas (inflamable)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Se realizan revisión de presiones, estanqueidad y niveles de equipos. Verificación de ausencia de fugas o anomalías en los equipos. En las bombas se puede añadir el aceite para las bombas		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Inspección de tanques en altura	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		7	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Alta		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Parte superior de los tanques		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-5 veces a la semana		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Horas		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Inferior a 80dB		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	-		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Se realiza la revisión de nivel de tanques en el indicador local de la parte superior, verificación de ausencia de fugas, anomalías en instrumentación...		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Inspección de tuberías	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		8	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?			
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Por toda la planta		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Inferior a 80dB		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	-		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Se verifica visualmente de ausencia de fugas y grado de corrosión de tuberías		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Control de parámetros en planta	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		9	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Muy alta		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Sala de control		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Durante todo el día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Horas		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Sala de control, se encuentra insonorizada		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	Sala de control con climatización		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	Panel de control		
12	¿Se utilizan químicos?	No		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Selección de operación, de tanque y bomba, verificar tensiones de equipos, verificar volúmenes de depósitos, verificación del estado del horno, control de parámetros		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Supervisión de la descarga	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		10	
Puesto	Operador de planta			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Operador de planta		
3	¿A quién más afecta la tarea?	Conductor		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Zona descargadero		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	De día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Horas		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Ruido procedente de las bombas		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	Aire libre, temperatura ambiente		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Supervisar el correcto progreso de la descarga		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Entrada de camión	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		1	
Puesto	Conductor			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Conductor		
3	¿A quién más afecta la tarea?	Personas que circulan por la planta		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Acceso a zona de descarga		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Está alejado de las fuentes de ruido, solo se tiene el ruido ambiente		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	El camión		
12	¿Se utilizan químicos?	No		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Acceso y aparcamiento del camión en la zona indicada		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Conexión manguera	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		2	
Puesto	Conductor			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Conductor		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Zona de descarga		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Está alejado de las fuentes de ruido, solo se tiene el ruido ambiente		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	Manguera		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Conexión de la manguera y desconexión		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Comprobación cisterna	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		3	
Puesto	Conductor			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Alta		
2	¿Quién realiza la tarea?	Conductor		
3	¿A quién más afecta la tarea?	-		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Zona de descarga		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Está alejado de las fuentes de ruido, solo se tiene el ruido ambiente		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	La tarea se realiza al aire libre y lejos de fuentes de calor o frío. Por la zona donde se encuentra en el norte de España, se tienen temperaturas frías y alta humedad		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	-		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Apertura de la boca de hombre superior de la cisterna para comprobar el estado del interior		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Circulación por la planta	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		4	
Puesto	Conductor			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Alta		
2	¿Quién realiza la tarea?	Conductor		
3	¿A quién más afecta la tarea?	Personas que circulan por la planta		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Vías de circulación de toda la planta		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Minutos		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	El interior del camión		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	El interior del camión		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	Camión		
12	¿Se utilizan químicos?	No		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Entrada, salida y circulación por la zona de la planta		

Estudio:	Análisis de tareas	Tarea:	Fecha	11/07/2019
Empresa	Cementera	Vigilar la descarga	Responsable	PCJ
Área	Combustible secundario		5	
Puesto	Conductor			
N	Preguntas	Respuestas		
1	Nivel de criticidad de la tarea	Media		
2	¿Quién realiza la tarea?	Conductor		
3	¿A quién más afecta la tarea?	Operador de planta		
4	¿Dónde se lleva a cabo la tarea?	Zona de descarga		
5	¿Cuándo se realiza la tarea?	Día		
6	¿Con qué frecuencia se realiza la tarea?	1-10 veces al día		
7	¿Cuánto dura la tarea sin descanso?	Horas		
8	Ambiente acústico en el que se realiza la tarea	Cerca de las bombas		
9	Ambiente térmico en el que se realiza la tarea	Al aire libre, en la nave		
10	¿Qué herramientas se necesitan?	-		
11	¿Qué equipos se necesitan?	Camión		
12	¿Se utilizan químicos?	Sí, el combustible secundario (formado por mezcla de residuos que son tóxicos e inflamables)		
13	¿Qué operaciones se llevan a cabo durante la tarea?	Comprobar que la descarga se produce de forma correcta		

ANEXO IV. LUGARES DE TRABAJO

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019			
Empresa	Cementera	Planta general	Responsable	PCJ			
Área	Combustible						
Puesto	Todos						
Ámbito	Servicios higiénicos y locales de descanso y primeros auxilios						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	1	Locales de descanso	Por la actividad que se desarrolla, ¿es necesario un local de descanso?	Se cuenta con uno en otra localización de la planta	x		
Directiva 89/654/CEE	4	Vestuarios y armarios	¿Necesidad de vestuarios (utilización de ropa especial)? Capacidad de acuerdo al nº de trabajadores	Se cuenta con uno en otra localización de la planta	x		
Directiva 89/654/CEE	8	Locales de primeros auxilios	Cuando la importancia de los locales, el tipo de actividad que en ellos se desarrolle y la frecuencia de los accidentes lo requieran, se deberá destinar uno o varios locales a los primeros auxilios.	Se cuenta con uno en otra localización de la planta	x		
Directiva 89/654/CEE	9	Locales de primeros auxilios	Deberá también poder disponerse de material de primeros auxilios en todos los lugares en que las condiciones de trabajo lo requieran. Deberá estar señalizado de forma adecuada y resultar de fácil acceso		x		
Guía Real Decreto 486/1997	10	Primeros auxilios	Espacio para: botiquín; un lavabo con agua fría y caliente; agua potable y vasos de plástico desechables; jabón y toallas de papel; armario para almacenar material de primeros auxilios; contenedores de apertura con el pie, con bolsas adecuadas para la eliminación de material sanitario; camilla con protección impermeable; una silla; teléfono u otro medio de comunicación; libro registro de incidentes atendidos por la persona encargada de los primeros auxilios.		x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019		
Empresa	Cementera	Tanques	Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario					
Puesto	Operador de planta					
Ámbito	General					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	3	Estabilidad y solidez ¿El edificio tiene las estructuras apropiadas a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	4	Estabilidad y solidez ¿El edificio tiene la solidez apropiada a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	5	Instalación eléctrica ¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos directos?	Sistemas aislados	x		
Directiva 89/654/CEE	6	Instalación eléctrica ¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos indirectos?	Pica a tierra en los tanques	x		
	7	Instalación eléctrica ¿Se ha diseñado la instalación eléctrica de acuerdo a ISO 61936?	Diseño de acuerdo a ISO 61936	x		
RD 486/1997	12	Suelo y paredes ¿Existen aberturas en el suelo? ¿Están protegidas?	No se tienen aberturas		x	
Directiva 89/654/CEE	13	Vías de circulación - Zonas peligrosas ¿Las zonas de peligro están señalizadas?	En el modelo no aparece la señalización		x	
Directiva 89/654/CEE	14	Lugares de trabajo exteriores ¿Los lugares de trabajo al aire libre poseen una iluminación artificial cuando no sea suficiente la luz del día?	Debe realizarse estudio de iluminación		x	
Directiva 89/654/CEE	15	Lugares de trabajo exteriores ¿Al aire libre, se tienen estructuras que protejan contra las inclemencias del tiempo y, en caso necesario, contra la caída de objetos?	Se tienen techados	x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019			
Empresa	Cementera	Tanques	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Superficies y distancias por trabajador						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	2	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en las paredes o tabiques? Si suponen riesgo de caída, ¿están protegidas? Protección no obligatoria si la altura de caída es menor a 2m	No hay		x	

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019			
Empresa	Cementera	Tanques	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre						
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A	
EN-ISO 14122-1:2001 Fig 5	4	Selección	<p>Fig. 5 - Gama de los diferentes medios de acceso</p>	Escalera de subida a las plataformas intermedias	x		
EN-ISO 14122-2:2002	5	Plataformas de trabajo / pasarelas	Resistencia a efectos ambientales (corrosión)	Los materiales elegidos son adecuados	x		
EN-ISO 14122-2:2002	8	Plataformas de trabajo/pasarelas	Pasarelas y plataformas lo más alejado posible de emisiones de materiales y sustancias peligrosas	Por razones operativas no se pueden ubicar de otra manera		x	
EN-ISO 14122-2:2002	9	Plataformas de trabajo / pasarelas	distancias mínimas a superficies calientes, equipos eléctricos en tensión sin aislamiento	Deben señalizarse estas distancias		x	
EN-ISO 14122-2:2002	10	Plataformas de trabajo / pasarelas	Si existen obstáculos en paredes o techo, ¿tienen protecciones?	En una de las escaleras de los tanques, sobresale un indicador, debe protegerse y/o señalizarse		x	
EN-ISO 14122-4:2004	21	Escaleras fijas	Todas las partes deben estar diseñadas para no causar atrapamientos, heridas o molestias	Tienen un diseño correcto, no hay huecos que puedan causar atrapamiento o tropiezos	x		
EN-ISO 14122-4:2004	23	Escaleras fijas	Elementos de sujeción (patas, anclajes, soportes y fijaciones) mantienen el conjunto suficientemente rígido y estable	Cálculo estructural	x		
RD 486/1997	73	Escalera y rampa	¿Lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura están protegidos?	Sí, tienen barandilla	x		
RD 486/1997	74	Escalera y rampa	Lados cerrados de escaleras y rampas (de ancho mayor a 1,2 m) tienen pasamanos de altura mínima 90 cm		x		
RD 486/1997	76	Escalera y rampa	Barandillas de material rígido, altura mínima de 90 cm con protección que impide el paso o deslizamiento por debajo de la barandilla		x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:		Fecha	09/07/2019		
Empresa	Cementera	Tanques		Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	77	Escalera, rampa, plataforma	¿Los pavimentos de las escaleras, rampas y plataformas son de material no resbaladizo o tienen elementos antideslizantes?	Material elegido es correcto	x		
RD 486/1997	78	Escalera y plataformas	Pavimento perforado: ¿es la abertura máxima de intersticio 8 mm?	Pendiente de elegir, tener en cuenta cuando se hable con proveedores		x	
RD 486/1997	79	Rampas	Pendiente máxima de rampas: 12 por 100 cuando su longitud sea menor a 3 m	Se tiene una rampa de acceso a las escaleras del cubeto de tanques de inclinación 5,7 por 100	x		
RD 486/1997	82	Escaleras	Anchura mínima de 1 m	La de acceso a los tanques a la parte superior de los tanques, y la de acceso a la plataforma intermedia	x		
RD 486/1997	83	Escaleras de servicio	Anchura mínima de 55 cm	Un elemento que sobresale de la pared del tanque, la distancia libre de paso se ve reducida, es mayor de 55 cm, sin embargo puede provocar contusiones por la zona en la que está ubicado		x	
RD 486/1997	84	Escaleras fijas	Huella: 23-36 cm		x		
RD 486/1997	85	Escaleras fijas	Contrahuella: 13-20 cm		x		
RD 486/1997	88	Descansos	Altura máxima entre los descansos 3,7 m		x		
RD 486/1997	89	Descansos	Profundidad de los descansos intermedios, en dirección a la escalera, no será menor de la mitad de la anchura de la escalera, ni menor a 1 m		x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:		Fecha	09/07/2019		
Empresa	Cementera	Tanques		Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
ISO 11064-3:2001	2	Dimensiones salidas de emergencia	Bem (anchura de la abertura)	0,9 m, ancho escalera del cubeto	x		
RD 486/1997	3	Vías y salidas de emergencia	Desembocar directamente en exterior o en una zona de seguridad	La salida de las escaleras da a un espacio abierto	x		
RD 486/1997	4	Vías y salidas	Vías y salidas: Número, distribución y dimensiones según número máximo de personas que puedan estar presentes	1 salida del cubeto por las escaleras	x		
RD 486/1997	8	Iluminación	¿Las vías, salidas y puertas de emergencia tienen iluminación de seguridad de suficiente intensidad?	Debe realizarse el estudio de iluminación de emergencia		x	

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019			
Empresa	Cementera	Bombas y filtro	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	General						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	3	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene las estructuras apropiadas a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	4	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene la solidez apropiada a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	5	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos directos?	Sistemas aislados	x		
Directiva 89/654/CEE	6	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos indirectos?	Pica a tierra en los tanques	x		
	7	Instalación eléctrica	¿Se ha diseñado la instalación eléctrica de acuerdo a ISO 61936?	Diseño de acuerdo a ISO 61936	x		
Directiva 89/654/CEE	8	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales están libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos?	Existe una arqueta sin tapa		x	
Directiva 89/654/CEE	9	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales son fijos, estables y no resbaladizos?		x		
Directiva 89/654/CEE	10	Suelo y paredes	¿Permiten los suelos y paredes ser limpiados en las condiciones de higiene adecuadas?		x		
RD 486/1997	12	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en el suelo? ¿Están protegidas?	Se tiene la abertura de la bomba sumergida	x		
Directiva 89/654/CEE	13	Vías de circulación - Zonas peligrosas	¿Las zonas de peligro están señalizadas?	En el modelo no aparece la señalización		x	
Directiva 89/654/CEE	14	Lugares de trabajo exteriores	¿Los lugares de trabajo al aire libre poseen una iluminación artificial cuando no sea suficiente la luz del día?	Debe realizarse estudio de iluminación		x	
Directiva 89/654/CEE	15	Lugares de trabajo exteriores	¿Al aire libre, se tienen estructuras que protejan contra las inclemencias del tiempo y, en caso necesario, contra la caída de objetos?	Se tienen techados	x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019			
Empresa	Cementera	Bombas y filtro	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	11	Pasillos	Ancho mínimo de pasillo 1 m	Se tiene espacio suficiente para circular por la nave	x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:		Fecha	09/07/2019		
Empresa	Cementera	Descargadero		Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Conductor, operador de						
Ámbito	General						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	3	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene las estructuras apropiadas a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	4	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene la solidez apropiada a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	5	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos directos?	Sistemas aislados	x		
Directiva 89/654/CEE	6	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos indirectos?	Conexión a tierra del camión	x		
	7	Instalación eléctrica	¿Se ha diseñado la instalación eléctrica de acuerdo a ISO 61936?	Diseño de acuerdo a ISO 61936	x		
Directiva 89/654/CEE	8	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales están libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos?		x		
Directiva 89/654/CEE	9	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales son fijos, estables y no resbaladizos?		x		
Directiva 89/654/CEE	10	Suelo y paredes	¿Permiten los suelos y paredes ser limpiados en las condiciones de higiene adecuadas?		x		
RD 486/1997	12	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en el suelo? ¿Están protegidas?	Sí, es necesario protegerlas, en la zona de la manguera se tiene la abertura destinada al sistema de drenaje, sin embargo no se tienen ninguna protección o señalización	x		
Directiva 89/654/CEE	13	Vías de circulación - Zonas peligrosas	¿Las zonas de peligro están señalizadas?	En el modelo no aparece la señalización		x	
Directiva 89/654/CEE	14	Lugares de trabajo exteriores	¿Los lugares de trabajo al aire libre poseen una iluminación artificial cuando no sea suficiente la luz del día?	Debe realizarse estudio de iluminación		x	
Directiva 89/654/CEE	15	Lugares de trabajo exteriores	¿Al aire libre, se tienen estructuras que protejan contra las inclemencias del tiempo y, en caso necesario, contra la caída de objetos?	Se tienen techados	x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019		
Empresa	Cementera	Descargadero	Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario					
Puesto	Conductor, operador de					
Ámbito	Superficies y distancias por trabajador					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	2	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en las paredes o tabiques? Si suponen riesgo de caída, ¿están protegidas? Protección no obligatoria si la altura de caída es menor a 2m	No hay		x
RD 486/1997	3	Espacios de trabajo	Locales de trabajo, altura techo-suelo: mínimo 3 m Oficinas, despachos: mínimo 2,5 m	Altura de nave de descargadero correcta	x	

Estudio:	Lugares de trabajo		Zona:				
Empresa	Cementera		Fecha	09/07/2019			
Área	Combustible secundario		Responsable	PCJ			
Puesto	Conductor, operador de						
Ámbito	Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	9	Vías de circulación - Zonas peligrosas	Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, pasillos y escaleras.	La salida de la escalera que conecta con el nivel más bajo, cuenta con un espacio suficiente	x		
RD 486/1997	11	Pasillos	Ancho mínimo de pasillo 1 m	El pasillo que queda en la zona de cargadero, junto a la abertura del suelo es de al menos 1 m	x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:		Fecha	09/07/2019		
Empresa	Cementerera	Descargadero		Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Conductor, operador de						
Ámbito	Rampas, escaleras fijas y de servicio y escalas: tramex, huella y contrahuella, pendientes, anchos, altura entre						
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A	
EN-ISO 14122-1:2001 Fig 5	4 Selección	<p>Fig. 5 – Grano de los diferentes medios de acceso</p>	Escalera de subida al nivel del descargadero	x			
EN-ISO 14122-2:2002	5 Plataformas de trabajo / pasarelas	Resistencia a efectos ambientales (corrosión)	Los materiales elegidos son adecuados	x			
EN-ISO 14122-2:2002	8 Plataformas de trabajo/pasarelas	Pasarelas y plataformas lo más alejado posible de emisiones de materiales y sustancias peligrosas	Por razones operativas no se pueden ubicar de otra manera		x		
EN-ISO 14122-4:2004	21 Escaleras fijas	Todas las partes deben estar diseñadas para no causar atrapamientos, heridas o molestias	Tienen un diseño correcto, no hay huecos que puedan causar atrapamiento o tropiezos	x			
EN-ISO 14122-4:2004	23 Escaleras fijas	Elementos de sujeción (patas, anclajes, soportes y fijaciones) mantienen el conjunto suficientemente rígido y estable	Cálculo estructural	x			
RD 486/1997	73 Escalera y rampa	¿Lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura están protegidos?	Sí, tienen barandilla	x			
RD 486/1997	76 Escalera y rampa	Barandillas de material rígido, altura mínima de 90 cm con protección que impide el paso o deslizamiento por debajo de la barandilla		x			
RD 486/1997	77 Escalera, rampa, plataforma	¿Los pavimentos de las escaleras, rampas y plataformas son de material no resbaladizo o tienen elementos antideslizantes?	Material elegido es correcto	x			
RD 486/1997	78 Escalera y plataformas	Pavimento perforado: ¿es la abertura máxima de intersticio 8 mm?	Pendiente de elegir, tener en cuenta cuando se hable con proveedores		x		
RD 486/1997	82 Escaleras	Anchura mínima de 1 m	Acceso a la zona de descargadero desde nivel bajo	x			
RD 486/1997	84 Escaleras fijas	Huella: 23-36 cm		x			
RD 486/1997	85 Escaleras fijas	Contrahuella: 13-20 cm		x			

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	09/07/2019			
Empresa	Cementera	Descargadero	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Conductor, operador de						
Ámbito	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	3	Vías y salidas de emergencia	Desembocar directamente en exterior o en una zona de seguridad	La salida de las escaleras da a un espacio abierto	x		
RD 486/1997	4	Vías y salidas	Vías y salidas: Número, distribución y dimensiones según número máximo de personas que puedan estar presentes	Espacio abierto	x		
RD 486/1997	8	Iluminación	Las vías, salidas y puertas de emergencia deben tener iluminación de seguridad de suficiente intensidad	Realizar estudio de luminación de emergencia exterior		x	

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	11/07/2019			
Empresa	Cementera	Tanques	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	General						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	3	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene las estructuras apropiadas a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	4	Estabilidad y solidez	¿El edificio tiene la solidez apropiada a su tipo de utilización?	Cálculo estructural	x		
Directiva 89/654/CEE	5	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos directos?	Sistemas aislados	x		
Directiva 89/654/CEE	6	Instalación eléctrica	¿Se tienen elementos de protección frente a contactos eléctricos indirectos?		x		
	7	Instalación eléctrica	¿Se ha diseñado la instalación eléctrica de acuerdo a ISO 61936?	Diseño de acuerdo a ISO 61936	x		
Directiva 89/654/CEE	8	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales están libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos?		x		
Directiva 89/654/CEE	9	Suelo y paredes	¿Los suelos de los locales son fijos, estables y no resbaladizos?		x		
Directiva 89/654/CEE	10	Suelo y paredes	¿Permiten los suelos y paredes ser limpiados en las condiciones de higiene adecuadas?	El material del pavimento está pendiente de selección			
RD 486/1997	12	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en el suelo? ¿Están protegidas?	No se tienen aberturas		x	
Directiva 89/654/CEE	13	Vías de circulación - Zonas peligrosas	¿Las zonas de peligro están señalizadas?	En el modelo no aparece la señalización		x	

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	11/07/2019			
Empresa	Cementera	Tanques	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Superficies y distancias por trabajador						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	2	Suelo y paredes	¿Existen aberturas en las paredes o tabiques? Si suponen riesgo de caída, ¿están protegidas? Protección no obligatoria si la altura de caída es menor a 2m	No hay		x	
RD 486/1997	3	Espacios de trabajo	Locales de trabajo, altura techo-suelo: mínimo 3 m Oficinas, despachos: mínimo 2,5 m		x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:		Fecha	11/07/2019		
Empresa	Cementera	Tanques		Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Estudio de accesos y vías de circulación y de paso. Puertas y portones						
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A	
Directiva 89/654/CEE	6	Puertas y portones	Las puertas situadas en los recorridos de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.	Deben señalizarse las puertas		x	
Directiva 89/654/CEE	9	Vías de circulación - Zonas peligrosas	Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, pasillos y escaleras.	La zona del paso de personas está bien diferenciado y separado del paso de vehículos	x		
RD 486/1997	10	Puertas exteriores	Ancho mínimo de puertas exteriores 80 cm		x		
RD 486/1997	11	Pasillos	Ancho mínimo de pasillo 1 m		x		

Estudio:	Lugares de trabajo	Zona:	Fecha	11/07/2019			
Empresa	Cementera	Tanques	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Diseño de rutas, vías y salida de evacuación. Puertas de emergencia						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
ISO 11064-3:2001	1	Dimensiones salidas de emergencia	Aem (altura de la abertura)		x		
ISO 11064-3:2001	2	Dimensiones salidas de emergencia	Bem (anchura de la abertura)		x		
RD 486/1997	3	Vías y salidas de emergencia	Desembocar directamente en exterior o en una zona de seguridad	La salida de las salas da a un espacio abierto	x		
RD 486/1997	4	Vías y salidas	Vías y salidas: Número, distribución y dimensiones según número máximo de personas que puedan estar presentes	Salida única, pero la ocupación de la sala no supera 2 ocupantes	x		
RD 486/1997	5	Puertas	Puertas de emergencia con apertura hacia el exterior y no estar cerradas		x		
RD 486/1997	6	Puertas	Puertas de emergencia no se cierran con llave		x		
RD 486/1997	7	Puertas	Puertas de emergencia no pueden ser giratorias ni correderas		x		
RD 486/1997	8	Iluminación	Las vías, salidas y puertas de emergencia deben tener iluminación de seguridad de suficiente intensidad	Realizar estudio de iluminación de emergencia interior		x	

ANEXO V. CÁLCULO DE DISTANCIAS

Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95			
Empresa	Cementera				
Zona	Planta				
Símbolo	Explicación	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Valor P99 mm	Definición
a1	amplitud de codo a codo	x	545	576	ISO 7250:2017, 6.2.9
a2	anchura de hombros (biacromial)	310	430	x	ISO 7250:2017, 6.2.7
a3	amplitud de la mano con el pulgar	x	120	x	ISO 7250:2017, 6.3.18
a4	amplitud de la mano en los metacarpos	x	97	x	ISO 7250:2017, 6.3.3
a5	amplitud de dedo índice, proximal	x	23	x	ISO 7250:2017, 6.3.5
a6	amplitud del pie	x	113	x	ISO 7250:2017, 6.3.8
a17	anchura de caderas, sentado	x	440	x	ISO 7250:2017, 6.2.10
b1	ancho del cuerpo de pie	x	342	x	ISO 7250:2017, 6.1.10
b2	alcance del puño, alcance hacia delante	605	820	845	ISO 7250:2017, 6.4.2
b3	Profundidad de la mano en la palma	30	30	x	ISO 7250:2017, 6.3.17
b4	profundidad de la mano en el pulgar	35	35	x	
b15	espesor abdomen-trasero, sentado	190	x	x	ISO 7250:2017, 6.2.16
b18	espacio libre para el muslo (espesor del muslo)	125	185	x	ISO 7250:2017, 6.2.12
c1	longitud rodilla-trasero	x	687	725	ISO 7250:2017, 6.4.8
c2	longitud pie	211	285	295	ISO 7250:2017, 6.3.7
c3	Longitud de la cabeza desde la punta de la nariz	x	240	x	
d1	diámetro del brazo, valor fijo	121	121	x	ISO 15534-3 ISO 7250:2017, 6.3.19
d2	Diámetro antebrazo	x	120	x	
d3	Diámetro del puño	x	120	x	ISO 7250:2017,
h1	estatura (altura del cuerpo)	x	1881	1944	ISO 7250:2017, 6.1.2
h4	altura del codo	930	1195	x	ISO 7250:2017, 6.1.5
h6	altura de la entepierna	665	900	x	ISO 7250:2017, 6.1.7
h8	altura del tobillo, valor fijo	96	96	x	ISO 15534-3
h11	altura sentado (erguido)	790	1000	x	ISO 7250:2017, 6.2.1
h12	altura de los ojos, sentado	680	870	x	ISO 7250:2017, 6.2.2
h13	altura de los hombros, sentado	505	x	x	ISO 7250:2017, 6.2.4
h16	longitud de la pierna (altura del poplíteo)	340	505	x	ISO 7250:2017, 6.2.11
h17	altura del puño por debajo de la superficie del asiento, sentado, valor fijo	50	50	x	
t1	longitud operativa del brazo	340	x	x	
t2	distancia de alcance del antebrazo, longitud codo-puño menos el diámetro del brazo	170	x	x	ISO 7250:2017, ISO 15534-4
t3	alcance lateral del brazo	495	x	x	ISO 15534-3
t4	Longitud de la mano	152	x	x	ISO 7250:2017, 6.3.17
t5	longitud de la mano al pulgar	88	x	x	
t6	longitud dedo índice	59	x	x	ISO 7250:2017, 6.3.4

Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95
Empresa	Cementera	
Zona	Planta	

Márgenes			
			mm
Márgenes para alturas	calzado	x1	30
	calzado y movimiento de pies	x2	130
	calzado y facilitar cruce de piernas o para asiento con ajuste de inclinación hacia delante	x3	130
Márgenes para anchuras	movimiento de piernas, mínimo	y	350
Márgenes para profundidades	movimiento a la altura de las rodillas, mínimo	z1	50
	movimiento de pies, mínimo	z2	100
Otros	espesor del plano de trabajo lo menor posible, preferiblemente espesor máximo en el canto más próximo al operador		30
	anchura del reposapiés, mínimo		700
	profundidad del reposapiés, preferible		700

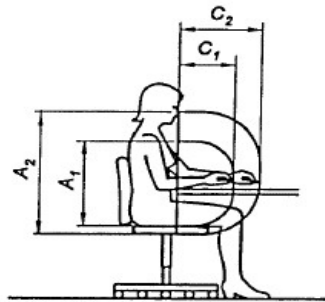
Coefficientes		min	max	valor
k	Coefficiente según demanda visual	1,1	1,3	1,2

Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95	
Empresa	Cementera		
Zona	Planta		
TOLERANCIAS CUERPO ENTERO			
Abertura para movimiento horizontal en posición de pie			
Abertura para movimiento horizontal-lateral en cortas distancias en posición de pie			
Tolerancia de alturas (x)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico		50	
Uso de larga duración/frecuente/andar rápido/correr		100	
Calzado pesado		40	
Por EPIS (casco..)		60	
Tolerancia de anchuras (y)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico		50	
Uso de larga duración/frecuente/andar rápido/correr		100	
Ropa de trabajo		20	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes		100	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada		100	
Transporte de persona herida		200	
Movimiento vertical por conducto, utilizando escala			
Boca de hombre con necesidad de movimiento rápido			
Tolerancia de alturas (x) y anchuras (y)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico		100	
Ropa de trabajo		20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada		100	
EPIS (excepto Equipos de respiración)		100	
Abertura para entrada de rodillas			
Tolerancia de alturas (x) y anchuras (y)		mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico		100	
Ropa de trabajo		20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada		100	
EPIS (excepto Equipos de respiración)		100	
Movimiento mirando hacia delante		100	

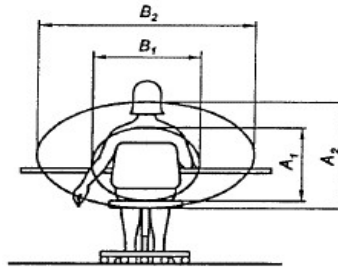
Estudio:	Antropométrico	Las casillas x, no se tiene su valor Valor fijo, igual para P5 y P95
Empresa	Cementera	
Zona	Planta	
TOLERANCIAS PARTES DEL CUERPO		
Acceso a la abertura de parte superior y brazos		
Tolerancia (x)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Distancia de acceso	50	
Ropa de trabajo	20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100	
EPIS (excepto Equipos de respiración)	100	
Acceso a la abertura de cabeza hasta los hombros para inspección		
Tolerancia (x)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Distancia para movimiento de la cabeza	50	
Por EPIS (casco..)	100	
Para evitar tocar la abertura (por suciedad, químicos...)	100	
Acceso a la abertura para los dos brazos Abertura para el acceso para un brazo hasta el hombro Acceso a la abertura para un brazo hasta el codo		
Tolerancia amplitud (x) y anchura (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	20	
Ropa de trabajo	20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100	
Acceso a la abertura para los dos brazos hasta el codo		
Tolerancia amplitud (x) y anchura (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	120	
Ropa de trabajo	20	
Ropa de invierno voluminosa y/o pesada	100	
Ropa que pueda dañarse al contacto con paredes	100	
Abertura para el acceso del puño Abertura para el acceso de la mano plana Acceso a la abertura por el dedo índice, limitado por los demás dedos		
Tolerancia (x) y (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	10	
Uso de equipo de protección para la mano	20	
Abertura para el acceso de un pie hasta el tobillo		
Tolerancia (x) y (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	10	
Calzado	30	
Abertura para el acceso a controles mediante la puntera		
Tolerancia (x) y (y)	mm	¿Aplica? (Y/N)
Movimiento básico	10	
Calzado	40	

Estudio:	Cálculo distancias por puesto	ISO 14738:2002			
Empresa	Cementera				
Área	Planta				
Puesto	Operador de planta				
Postura	Sentada				
Zona	Parámetro	Valor recomendado mm	Valor min mm	Valor max mm	Descripción
Límites de la zona de trabajo para los brazos	A1	505	x	x	Zona de trabajo recomendada, altura A1 (desde el asiento hasta el hombro; con centro a la altura del codo aproximadamente)
	A2	x	x	730	Zona de trabajo máxima, altura A2 (desde 50mm por debajo del asiento hasta la altura del ojo)
	B1	480	x	x	Zona de trabajo recomendada, anchura B1, los límites laterales de la zona vienen definidos por el ángulo formado por los brazos 60º
	B2	1167	x	x	Zona de trabajo máxima, anchura B2 (ampliable por necesidad de movimiento)
	C1	x	170	290	Zona de trabajo recomendada, profundidad C1min para trabajo con los brazos no apoyados hasta C1max para trabajo con los brazos apoyados
	C2	x	x	415	Zona de trabajo máxima, profundidad C2 (valor fijo, teniendo en cuenta los movimientos del cuerpo)
Requisitos de espacio para piernas y pies	A	720	495	820	Altura del espacio para las piernas, postura sentada, regulable Amin-Amax, no regulable A
	B	790	x	x	Espacio para pies y piernas, anchura B (para anchura de acceso y asientos fijos ver anchura B de Postura sentada en alto)
	C	547	x	x	Espacio para las piernas, profundidad a la altura de las rodillas, C
	D	882	x	x	Profundidad del espacio de las piernas para los pies, D
	E	285	x	x	Espacio para el movimiento de piernas bajo el asiento, E
	F	x	370	535	Altura del asiento por encima del plano de apoyo de los pies, regulable, Fmin-Fmax
	G	x	0	165	Altura del reposapiés (regulable, útil solo si la altura del plano de trabajo no es regulable), Gmin-Gmax

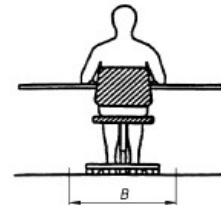
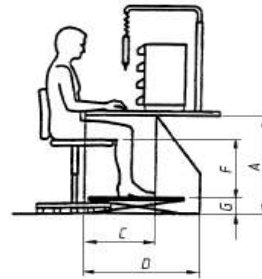
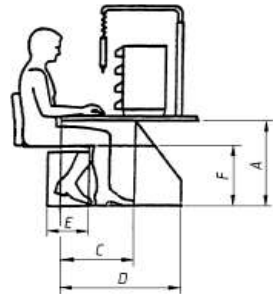
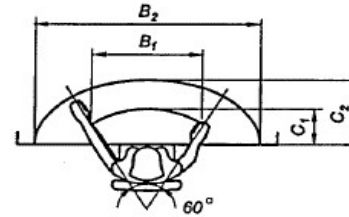
Estudio:	Cálculo distancias por puesto	ISO 14738:2002
Empresa	Cementera	
Área	Planta	
Puesto	Operador de planta	
Postura	Sentada	



Altura del plano de trabajo, regulable



Altura del plano de trabajo, no regulable



Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000		
Empresa	Cementera			
Área	Planta			
Puesto	Operador de planta			
Postura	Mantenimiento			
Ref figura	Postura o movimiento	Parámetro	Valor min mm	Descripción
4.1	Abertura para movimiento horizontal en posición de pie	A	1881	Altura de la abertura, A
		B	545	Ancho de la abertura, B
4.2	Abertura para movimiento horizontal-lateral en cortas distancias en posición de pie	A	1881	Altura de la abertura, A
		B	342	Ancho de la abertura, B
4.3	Movimiento vertical por conducto, utilizando escala	A	687	Ancho de la abertura, A
		B	211	Espacio libre para el pie, B
		C	898	Ancho del conducto, C
		D	545	Amplitud del conducto, D
4.4	Boca de hombre con necesidad de movimiento rápido	A	545	Diámetro de la abertura, A
		B	500	Longitud de paso, B (debe ser menor a 500)
4.5	Abertura para entrada de rodillas	A	820	Ancho de la abertura, A
		B	545	Espacio libre para el pie, B

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000
Empresa	Cementera	
Área	Planta	
Puesto	Operador de planta	
Postura	Mantenimiento	

4.1 Opening for horizontal forward movement in upright posture

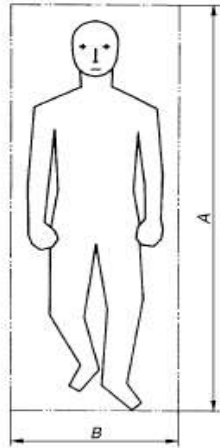


Figure 1

4.2 Opening for horizontal sideways movement over short distances in upright posture

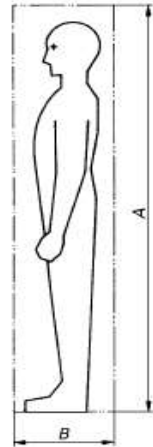


Figure 2

4.3 Vertical movement through a duct, using a ladder

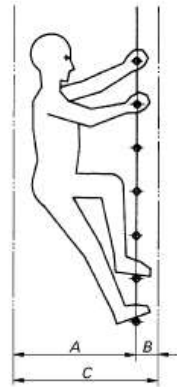


Figure 3

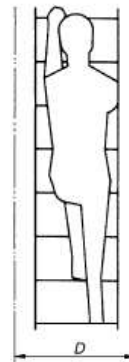


Figure 4

4.4 Manhole through which rapid active movement needs to be possible

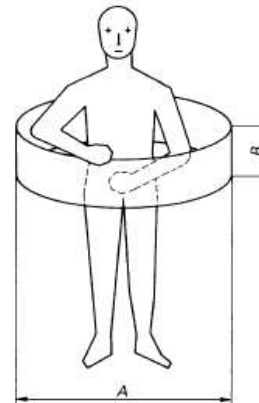


Figure 5

4.5 Opening for entry in kneeling posture

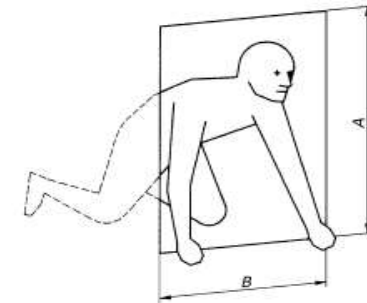


Figure 6

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000		
Empresa	Cementera			
Área	Planta			
Puesto	Operador de planta			
Postura	Mantenimiento			
Ref figura	Postura o movimiento	Parámetro	Valor min mm	Descripción
4.1	Acceso a la abertura de parte superior y brazos	A	545	Diámetro de la abertura, A
4.2	Acceso a la abertura de cabeza hasta los hombros para inspección	A	240	Diámetro de la abertura, A
4.3	Acceso a la abertura para los dos brazos	A	545	Amplitud de la abertura, A
		B	121	Ancho de la abertura, B
		C	340	Profundidad de la abertura, C
4.4	Acceso a la abertura para los dos brazos hasta el codo	A	240	Amplitud de la abertura, A
		B	120	Ancho de la abertura, B
		C	170	Profundidad de la abertura, C
4.5	Abertura para el acceso para un brazo hasta el hombro	A	121	Diámetro de la abertura, A
		B	495	Profundidad de la abertura, B
4.6	Acceso a la abertura para un brazo hasta el codo	A	120	Diámetro de la abertura, A
		B	170	Profundidad de la abertura, B
4.7	Abertura para el acceso del puño	A	120	Diámetro de la abertura, A
4.8	Abertura para el acceso de toda la mano plana	A	35	Ancho de la abertura, A
		B	120	Alto de la abertura, B
		C	152	Profundidad de la abertura, C
4.9	Abertura para el acceso de la mano plana hasta el pulgar	A	30	Ancho de la abertura, A
		B	97	Alto de la abertura, B
		C	88	Profundidad de la abertura, C
4.10	Acceso a la abertura por el dedo índice, limitado por los demás dedos	A	23	Diámetro de la abertura, A
		B	59	Profundidad de la abertura, B
4.11	Abertura para el acceso de un pie hasta el tobillo	A	113	Anchura de la abertura, A
		B	285	Longitud de la abertura, B
4.12	Abertura para el acceso a controles mediante la puntera	A	113	Anchura de la abertura, A
		B	96	Alto de la abertura, B
		C	156,14	Profundidad de la abertura, C

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000
Empresa	Cementera	
Área	Planta	
Puesto	Operador de planta	
Postura	Mantenimiento	

4.1 Access opening for the upper body and arms

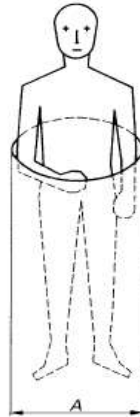


Figure 1

4.2 Access opening for the head as far as the shoulders for inspection tasks



Figure 2

4.4 Access opening for both lower arms up to the elbow (either forward or downward)

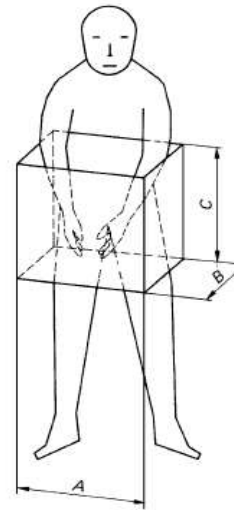


Figure 4

4.3 Access opening for both arms (either forward or downward)

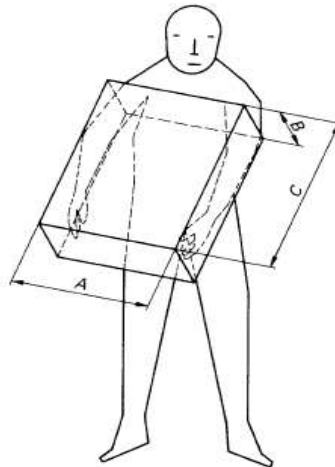


Figure 3

Estudio:	Cálculo distancias mantenimiento	ISO 15534:2000
Empresa:	Cementera	
Área:	Planta	
Puesto:	Operador de planta	
Postura:	Mantenimiento	

4.5 Opening for access to the side for one arm up to shoulder joint

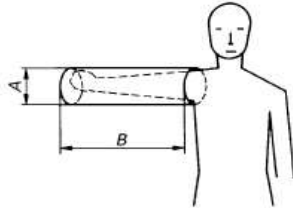


Figure 5

4.6 Access opening for one lower arm up to the elbow

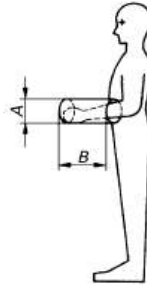


Figure 6

4.7 Access opening for fist

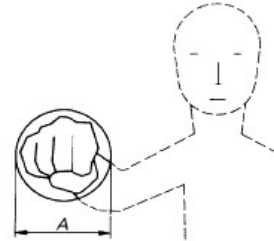


Figure 7

4.8 Access opening for flat hand to wrist, including thumb

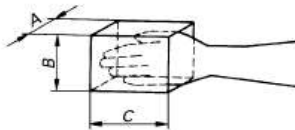


Figure 8

4.9 Access opening for flat hand (four fingers) to base of thumb

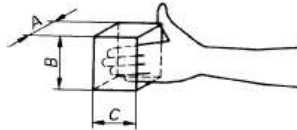


Figure 9

4.10 Access opening for index finger, restricted by the other fingers

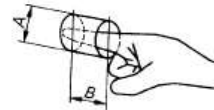


Figure 10

4.11 Access opening for one foot to ankle bone

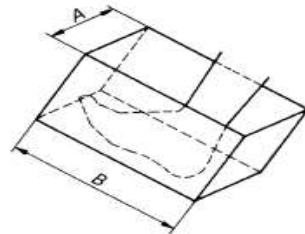


Figure 11

4.12 Access opening for forefoot-operated control actuators

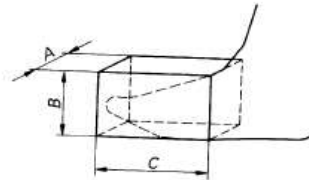


Figure 12

ANEXO VI. PUESTOS DE TRABAJO

Estudio:	Puestos de trabajo		Tarea:	Fecha	11/07/2019		
Empresa	Cementera		-	Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Higiene y habitabilidad						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	1	Ventilación lugares cerrados	¿Cuenta con ventilación adecuada?	Se tiene sistema de ventilación	x		
Directiva 89/654/CEE	2	Temperatura de los locales	¿La temperatura en los locales de trabajo es adecuada al organismo humano durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados y las presiones físicas impuestas a los trabajadores?				
Directiva 89/654/CEE	3	Temperatura de los locales	¿Las ventanas, las luces cenitales y los tabiques acristalados evitan una radiación solar excesiva en los lugares de trabajo, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y el carácter del lugar de trabajo?	No hay ventanas			x
Directiva 89/654/CEE	4	Iluminación natural / artificial	¿Los lugares de trabajo tienen, en la medida de lo posible, luz natural suficiente y están equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores?	No hay ventanas			x
Directiva 89/654/CEE	5	Iluminación natural / artificial	¿Se tienen sistemas de iluminación de seguridad con intensidad suficiente?	Realizar estudio de iluminación		x	
	6	Ruido	¿los niveles de ruido son menores de 80dB?				
RD 486/1997	7	Temperatura de los locales	Trabajos sedentarios (oficina) 17-27 °C		x		
RD 486/1997	8	Temperatura de los locales	Trabajo ligeros 14-25°C				x
RD 486/1997	9	Humedad	Humedad relativa 30-70 %				x
RD 486/1997	10	Humedad	Humedad relativa en lugares con riesgo de electricidad estática 50-70%		x		
RD 486/1997	11	Corrientes de aire	Trabajos en ambientes no calurosos no exceder 0,25 m/s	Estudiar flujo de corrientes en el interior de la sala		x	
RD 486/1997	12	Corrientes de aire	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,5 m/s	Estudiar flujo de corrientes en el interior de la sala		x	
RD 486/1997	13	Corrientes de aire	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,75 m/s	Estudiar flujo de corrientes en el interior de la sala		x	
RD 486/1997	14	Aire acondicionado	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,5 m/s	Estudiar flujo de corrientes en el interior de la sala		x	
RD 486/1997	15	Aire acondicionado	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,35 m/s	Estudiar flujo de corrientes en el interior de la sala		x	

Estudio:	Puestos de trabajo	Tarea:	Fecha	11/07/2019			
Empresa	Cementera	-	Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Higiene y habitabilidad						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	16	Iluminación	Bajas exigencias visuales 100 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	17	Iluminación	Exigencias visuales moderadas 200 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	18	Iluminación	Exigencias visuales altas 500 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	19	Iluminación	Exigencias visuales muy altas 1000 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	20	Iluminación	Áreas o locales de uso ocasional 50 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	21	Iluminación	Áreas o locales de uso habitual 100 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	22	Iluminación	Vías de circulación de uso ocasional 25 lux	Estudio de iluminación		x	
RD 486/1997	23	Iluminación	Vías de circulación de uso habitual 50 lux	Estudio de iluminación		x	

Estudio:	Puestos de trabajo	Tarea:	Fecha	11/07/2019			
Empresa	Cementera		Responsable	PCJ			
Área	Combustible secundario						
Puesto	Operador de planta						
Ámbito	Estudio preliminar de válvulas						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A

Estudio:	Puestos de trabajo		Tarea:	Fecha	11/07/2019		
Empresa	Cementera		-	Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario						
Puesto	Conductor						
Ámbito	Higiene y habitabilidad						
	N	Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
Directiva 89/654/CEE	1	Ventilación lugares cerrados	¿Cuenta con ventilación adecuada?				x
Directiva 89/654/CEE	2	Temperatura de los locales	¿La temperatura en los locales de trabajo es adecuada al organismo humano durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados y las presiones físicas impuestas a los trabajadores?				
Directiva 89/654/CEE	3	Temperatura de los locales	¿Las ventanas, las luces cenitales y los tabiques acristalados evitan una radiación solar excesiva en los lugares de trabajo, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y el carácter del lugar de trabajo?	No hay ventanas			x
Directiva 89/654/CEE	4	Iluminación natural / artificial	¿Los lugares de trabajo tienen, en la medida de lo posible, luz natural suficiente y están equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores?	No hay ventanas			x
Directiva 89/654/CEE	5	Iluminación natural / artificial	¿Se tienen sistemas de iluminación de seguridad con intensidad suficiente?	Realizar estudio de iluminación		x	
	6	Ruido	¿los niveles de ruido son menores de 80dB?	Estudio de fuentes de ruido		x	
RD 486/1997	7	Temperatura de los locales	Trabajos sedentarios (oficina) 17-27 °C				x
RD 486/1997	8	Temperatura de los locales	Trabajo ligeros 14-25°C				x
RD 486/1997	9	Humedad	Humedad relativa 30-70 %		x		
RD 486/1997	10	Humedad	Humedad relativa en lugares con riesgo de electricidad estática 50-70%				x
RD 486/1997	11	Corrientes de aire	Trabajos en ambientes no calurosos no exceder 0,25 m/s	Estudiar flujo de corrientes en la nave de descargadero		x	
RD 486/1997	12	Corrientes de aire	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,5 m/s	Estudiar flujo de corrientes en la nave de descargadero		x	
RD 486/1997	13	Corrientes de aire	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,75 m/s	Estudiar flujo de corrientes en la nave de descargadero		x	
RD 486/1997	14	Aire acondicionado	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,5 m/s	Estudiar flujo de corrientes en la nave de descargadero		x	
RD 486/1997	15	Aire acondicionado	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos no exceder 0,35 m/s	Estudiar flujo de corrientes en la nave de descargadero		x	

Estudio:	Puestos de trabajo	Tarea:	Fecha	11/07/2019		
Empresa	Cementera	-	Responsable	PCJ		
Área	Combustible secundario					
Puesto	Conductor					
Ámbito	Higiene y habitabilidad					
	N Secciones	Preguntas	Respuestas	Sí	No	N/A
RD 486/1997	16	Iluminación	Bajas exigencias visuales 100 lux			x
RD 486/1997	17	Iluminación	Exigencias visuales moderadas 200 lux			x
RD 486/1997	18	Iluminación	Exigencias visuales altas 500 lux			x
RD 486/1997	19	Iluminación	Exigencias visuales muy altas 1000 lux			x
RD 486/1997	20	Iluminación	Áreas o locales de uso ocasional 50 lux			x
RD 486/1997	21	Iluminación	Áreas o locales de uso habitual 100 lux	Estudio de iluminación	x	
RD 486/1997	22	Iluminación	Vías de circulación de uso ocasional 25 lux	Estudio de iluminación	x	
RD 486/1997	23	Iluminación	Vías de circulación de uso habitual 50 lux	Estudio de iluminación	x	