# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

## CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

**TEMA:**

# *"Diseño e implementación de una fábrica de columnas de hierro electrosoldado destinadas a la construcción civil".*

*TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO*


**Autores:**

Inti Rafael Morales Bres

Leodán Aníbal Sánchez Macanchí.

**Director:**

Ing. Luis Armando Salgado Valarezo


**LOJA – ECUADOR**
**2010**

**Índice** ..... 1
**Resumen** ..... 6
Summary ..... 7
**Introducción**. ..... 8
**Revisión de la literatura** ..... 10
**Proceso tecnológico** ..... 10
Diseño y cálculo estructural de la fábrica ..... 12
Consideraciones de diseño ..... 12
Sistema mecánico ..... 13
Trabajo de una fuerza ..... 13
Energía ..... 13
Energía cinética ..... 13
Energía potencial ..... 14
Aceleración ..... 15
Coeficiente de rozamiento estático ..... 16
Momento de una fuerza ..... 16
Momento de inercia ..... 16
Factor de seguridad ..... 17
Curva elástica ..... 17
Momentos flectores ..... 18
Sistema eléctrico ..... 18
Flujo luminoso ..... 18
Intensidad luminosa ..... 19
Luminancia ..... 19
Factor de potencia ..... 19
Corriente trifásica ..... 20
Corriente monofásica ..... 21
Unidades eléctricas ..... 22
Elementos de seguridad ..... 22
Interruptor diferencial ..... 24
Toma de tierra ..... 24
Máquinas eléctricas ..... 25
Salud y electricidad ..... 28

**Materiales y métodos** ..... 28
Método de construcción utilizada ..... 28
Cimentación ..... 28
Saneamiento horizontal ..... 28
Estructura ..... 30
Descripción de elementos ..... 30
Descripción del material para la estructura ..... 31
**Resultados** ..... 32
**Objetivo específico 1** ..... 32
Primer proceso.- cortado ..... 33
Especificaciones y parámetros técnicos ..... 34
Segundo proceso.- doblado ..... 35
La tercera y cuarta etapa del doblado ..... 36
La quinta etapa, ..... 37
Tercer proceso.- doblado manual. ..... 38
Cuarto proceso.- almacenamiento del producto terminado. ..... 38
**Objetivo específico 2**. ..... 39
Tipos de vivienda ..... 39
**Objetivo específico iii** ..... 42
Determinar el equipamiento, espacio y montaje de la fábrica. ..... 42
Equipamiento ..... 42
Grúa pórtico. ..... 45
Grúa pescante. ..... 46
Monorriel. ..... 46
Partes de la grúa tipo puente: ..... 47
Espacio de la fábrica. ..... 48
Detalle de las zonas: ..... 50
Montaje de la fábrica ..... 50
Diseño metodológico. ..... 50
Diseño eléctrico. ..... 50
Diseño electromecánico. ..... 50
Esquema cinemático de la fábrica. ..... 51
Cálculo y diseño estructural de la nave industrial ..... 52

Calculo de la carga a mover ..... 52
Calculo de la potencia del motor de la grúa ..... 53
Tipos de polipastos eléctricos: ..... 60
Parte mecánica ..... 63
Diseño estructural de la nave industrial ..... 63
Diseño del puente grúa ..... 63
Factor de seguridad ..... 76
Diseño de la viga carrilera ..... 80
Calculo de la cubierta. ..... 91
Sistema eléctrico y luminotecnia. ..... 97
Tipo de industria ..... 97
Tensión de alimentación ..... 97
Potencia de contratación ..... 97
Objeto del proyecto eléctrico ..... 98
Clasificación de la instalación ..... 98
Conductores eléctricos ..... 99
Canalizaciones ..... 99
Iluminación ..... 100
Fábrica ..... 100
Administración ..... 100
Sala de espera y escaleras ..... 101
Recinto exterior ..... 101
Tomas de corriente ..... 101
Interruptores ..... 102
Elementos de maniobra y protección ..... 102
Interruptor magnetotérmico ..... 103
Planilla para determinación de la demanda eléctrica ..... 105
Demanda de diseño. ..... 106
Resumen de demanda. ..... 107
Dimensionamiento de los centros de transformación. ..... 107
Seccionamiento y protección. ..... 105
Postearía. ..... 108
Tensores. ..... 108

Herrajería para sujeción de la estructura. .....108
Puestas a tierra. .....109
Resumen de material eléctrico de la obra .....110
Diseño eléctrico .....110
Cálculo de la caída de tensión .....112
Cálculo de caída de voltaje. .....113
Estudio lumínico .....113
Documentación de las instalaciones. .....116
Verificaciones e inspecciones .....116
Generales. .....117
Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo. .....117
Cajas generales de protección .....118
Tomas de tierra .....119
Subdivisión de las instalaciones .....120
Conductores de protección .....120
Identificación de los conductores .....121
Tubos protectores .....122
**Discusión** .....123
Definir el tipo de armadura para columnas,
dependiendo del tipo de vivienda .....124
Estudio de impacto ambiental .....125
Impacto visual .....125
Residuos especiales .....125
Desmantelamiento y reciclaje .....126
**Conclusiones** .....127
**Recomendaciones**: .....128
**Bibliografía** .....129
**Anexos** .....131
Resumen de la visita a “acerías nacionales del ecuador” andec .....132
1ra. Visita.....132
2da. Visita .....134
3ra. Visita .....336

Normas generales de seguridad y
salud en el trabajo. .....137
Procedimientos y disposiciones de seguridad y salud en el trabajo
del área de mantenimiento eléctrico .....139
Formulación del procedimiento. .....134
Riesgos eléctricos (baja tensión) .....134
Interruptores y corta circuitos de baja tensión .....141
Trabajos de reparación en instalación de baja tensión .....143

# RESUMEN

Loja y el país tiene un crecimiento importante el campo de la construcción de casas de baja altura, el método que se utiliza para confeccionar las columnas de hierro para éste tipo de viviendas no siempre son los adecuados. Al realizar el estribo en forma manual, habitualmente no se consigue uniformidad en el mismo ya sea por variación del ángulo en el doblado como también varía la longitud en uno de sus lados; esta anomalía causa que las varillas que sirven de ejes no se ensamblen correctamente; el alambre utilizado para asegurar los estribos en determinados casos no usan el suficiente número de hilos para soportar la tensión y torsión aplicada presentando falla en el ensamble; durante la manipulación de las columnas amarradas se producen aflojamientos en los estribos y deformaciones. Estos aspectos causan distorsión en la columna, encarecimiento de la obra y pérdida de tiempo.

El proyecto que a continuación se presenta tiene por objeto la mejora de los procesos de fabricación de las columnas de hierro con la ayuda de maquinaria y de procesos industriales en cadena que hacen que se obtenga un producto de calidad, uniforme en sus medidas y sólido al momento de actuar con el concreto.

Con este trabajo logramos montar una fábrica de columnas de hierro, en el cual se detalla cálculos estructurales y eléctricos generales, además de un trabajo en detalle de campo para obtener datos de los actuales métodos de fabricación y lograr una comparación con nuestro proyecto además de manuales de seguridad para el personal que trabajará en la planta.

***Summary***

***The purpose of the project***

The region of Loja and all Ecuador are now growing in the field of low houses construction, and the process used to make iron columns for these buildings is not always adequate.

The main of the project we present here is to improve the fabrication of iron columns with

Engineering helps and industrial production lines processes that allows to get a high quality in the products, with uniform measures and strong behave with the concrete.

Thus we want to set up a columns making plant, with structural and electrical calculations, and experimental work in order to observe the present methods of fabrication and be able to compare it with our project.

Additionally we are going to draft a security handbook for the staff who will work in the factory.

# 1. INTRODUCCIÓN.

Loja es una ciudad que se proyecta a crecer; durante los últimos 10 años, la demanda en el sector de la construcción ha aumentado sustancialmente, y con ello los diversos sistemas que ayudan a agilitar estas construcciones, lamentablemente algunos de estos sistemas que permiten eficiencia en estas construcciones no se ha implementado en la actualidad, en ese sentido hemos decidido aportar con una herramienta que mejore el rendimiento de las construcciones.

En el campo de la construcción, existen algunos mecanismos para lograr reducir tiempo y coste a las obras, por ello planteamos aportar en uno de estos mecanismos con la fabricación de columnas de hierro. Actualmente la fabricación de columnas se realiza mediante procedimientos empíricos y en forma manual, lo que además de ser lento y costoso, no siempre es seguro. Entonces, desde este contexto, pretendemos contribuir al desarrollo tecnológico en el campo de la construcción civil, implementando procesos mecánicos actualizados y pertinentes, a objeto de abaratar costos y disminuir el tiempo de construcción, puesto que ya no se necesitará gran cantidad de personal para el armado de las columnas, sino que, las columnas serán solicitadas a la fábrica y entregadas en poco tiempo. Al mismo tiempo, se mejora el aspecto de la seguridad, ya que las columnas son hechas en base a dos estándares normalizados: INEN.

En las construcciones civiles, las columnas de hierro construidas en forma manual, causa inseguridad y falla estructural en la misma por las siguientes razones: al realizar el estribo en forma manual, generalmente no se consigue un correcto ensamblaje con las varillas que sirven de ejes, ya sea por variación del ángulo o de la longitud; los alambres utilizados para asegurar los estribos en determinados casos no poseen el suficiente número de hilos para soportar la torsión y tensión a ser aplicadas, presentando falla en el ensamble; los estribos regularmente no tienen la simetría estándar y esto ocasiona distorsión en la columna; durante la manipulación de las columnas amarradas, se producen aflojamientos en los estribos y deformaciones. Estos aspectos causan encarecimiento de la obra y pérdida de tiempo.

Con el avance de la tecnología y a medida que la demanda de construcciones aumenta, los actuales reglamentos de construcción civil exigen la creación e implementación de nuevos mecanismos para optimizar las edificaciones y además

adoptar normas estandarizadas INEN en la fabricación de las columnas; ello garantiza la seguridad al inmueble.

Uno de los problemas en la construcción de carácter utilitario que han enfrentado los arquitectos en todos los tiempos, ha sido el asegurar la mayor cantidad de espacio utilizable y estabilidad y a la vez una menor superficie ocupada por muros y masas de construcción.1

Tanto la empresa constructora como los técnicos han planteado el cambio de un análisis intuitivo de los datos históricos por un análisis científico basado en la contabilidad analítica de costes. A los efectos de valoración, definición y organización de los trabajos es necesaria una racionalización del lenguaje técnico, de modo que se evite la gran dispersión existente en cuanto a criterios de definición de conceptos y de cómo estos respondan al contenido real de las operaciones, calidad y sistemas de ejecución2 y, un mecanismo para lograr una mayor eficiencia en la construcción es la elaboración de columnas de hierro, con sistemas modernos que en poco tiempo: cortan, doblan, almacenan y se entregan al cliente; por lo que egresados de Ingeniería Electromecánicadel Área de la Energía las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja para enfrentar esta problemática, proponemos la fabricación de columnas de hierro, mediante procedimientos tecnológicos para la construcción de viviendas

[1]Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura

[2]es.wikipedia.org

# 2. Revisión de la Literatura

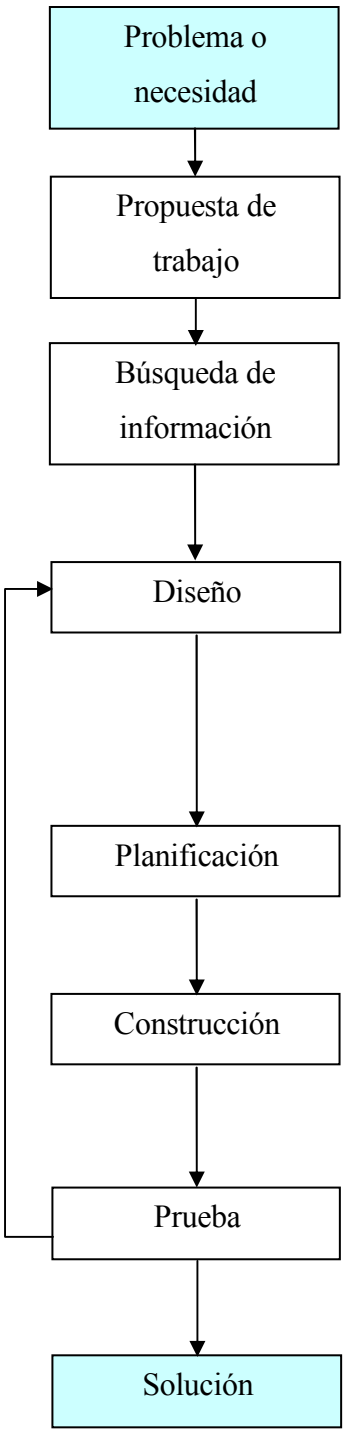
## 2.1. PROCESO TECNOLÓGICO

Un proceso de fabricación, también denominado proceso industrial, manufactura o producción, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Se realizan en el ámbito de la industria.

Para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

La Tecnología tiene una forma característica de solventar los problemas y necesidades del hombre, es lo que denominamos el proceso tecnológico.

El proceso tecnológico es el camino a seguir desde que aparece un problema hasta que obtenemos un objeto que lo soluciona. Este proceso, que emplearemos para realizar nuestros proyectos de tecnología, es el mismo que ha seguido el ser humano desde la Antigüedad y el que se emplea en la actualidad para la fabricación de cualquier objeto. En él podemos diferenciar las fases siguientes:




El proceso de creación siempre comienza por la detección de un problema o una necesidad, algo que echamos de menos, que nos permitiría llevar una vida más agradable

En la propuesta de trabajo describimos claramente el objetivo de nuestro proyecto y especificamos las condiciones iniciales que deberá de cumplir el objeto que resolverá nuestro problema.

Algunos problemas pueden ser resueltos con nuestros conocimientos e imaginación. Otras veces se necesita recopilar información que nos ayude a encontrar la solución idónea, a través de preguntas a gente, observación de objetos o consulta libros y revistas.

Es la fase más creativa del proceso tecnológico en ella se determinan las características del objeto a construir. Para ello primero se piensan posibles soluciones al problema, luego se selecciona la idea más adecuada y por último se definen todos los detalles necesarios para su construcción, todo esto con la ayuda de la expresión gráfica de ideas (bocetos, croquis, planos, etc.)

En esta fase se concretan las tareas y los medios necesarios para la construcción del producto. Se definen de forma ordenada las operaciones a realizar y se seleccionan los materiales y herramientas necesarios.

Se construye el objeto diseñado siguiendo el plan de actuación previsto y respetando las normas de uso y seguridad en el empleo de los materiales, herramientas y máquinas.

Se prueba si el objeto construido responde a su finalidad y cumple las condiciones inicialmente establecidas. En caso contrario se buscan las causas y se vuelve a diseñar y construir el objeto.

Objeto construido y evaluado, que soluciona el problema o necesidad planteada.

## 2.2. DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA FÁBRICA.

### 2.2.1. Consideraciones de Diseño

Para el diseño y cálculo de la estructura necesaria para la cimentación de la fábrica de columnas de hierro, Constfacil Cía. Ltda. Deberá proporcionar la información mínima requerida para llevar a cabo el proyecto. La información es: tipo de edificación, Tipo de producción, peso específico de cada malla, número de mallas por paquete, tipo de vehículo de carga y descarga, planos del terreno.

Constfacil Cía. Ltda. Podrá especificar el material a utilizar en la estructura, así como el de sus componentes. Los tesistas podrán sugerir los materiales recomendables en cada caso para que los aprueben.

El fabricante tiene la obligación de cumplir con todas las especificaciones y Normas que marca el estándar y que acuerde con los representantes de Constfacil Cía. Ltda., las cuales serán supervisadas y evaluadas por el personal que designen.El diseño de la nave industrial depende de las siguientes consideraciones:

Los cimientos usados para soportar la estructura, el método que se utilizará para despachar el producto almacenado, el grado de acumulación de producto terminado así como materia prima.

Las zapatas para edificaciones son generalmente fabricadas de hormigón armado; la placas de acero con un espesor de 12mm utilizada en la base de las columnas es suficiente porque se encuentra soportada por una base de concreto, los cuales soportarán el peso de la columna; además, la placa se encuentra en estado de flexión y de compresión.

Teóricamente, una placa delgada de metal es capaz de soportar la flexión y la carga de compresión que se genera por el peso del cuerpo que descansa sobre esta sección, pero para prevenir deformaciones al soldar, se usarán flejes que tengan un espesor mínimo nominal de 6.3mm. (1/4 pulg.), 49.8^/m2 excluyendo cualquier corrosión permisible especificada.

### 2.2.2. SISTEMA MECÁNICO

**Trabajo de una fuerza (Tr)**

Una fuerza constante genera trabajo cuando, aplicada a un cuerpo, lo desplaza a lo largo de una determinada distancia. Mientras se realiza trabajo sobre el cuerpo, se produce una transferencia de energía al mismo, por lo que puede decirse que el trabajo es energía en movimiento. Por otra parte, si una fuerza constante no produce movimiento, no se realiza trabajo. Por ejemplo, el sostener un libro con el brazo extendido no implica trabajo alguno sobre el libro, independientemente del esfuerzo necesario. El trabajo se expresa en Joule (J).

Cuando la fuerza tiene la dirección de movimiento.

$$\mathbf{Tr = F.d}^{3} \qquad (1)$$

**Tr =** Trabajo realizado por la fuerza en función a la distancia.Cuando la fuerza aplicada tiene una inclinación α con respecto al movimiento.

$$\mathbf{Tr} = F.\cos\alpha\,.d \qquad (2)$$

Todas las fuerzas perpendiculares al movimiento no realizan trabajo.La fuerza puede no ser mecánica, como ocurre en el levantamiento de un cuerpo o en la aceleración; también puede ser una fuerza electrostática, electrodinámica o de tensión superficial.

**Energía**

La magnitud denominada energía enlaza todas las ramas de la física. En el ámbito de la física, debe suministrarse energía para realizar trabajo. La energía se expresa en joule (J). Existen muchas formas de energía: energía potencial eléctrica y magnética, energía cinética, energía acumulada en resortes estirados, gases comprimidos o enlaces moleculares, energía térmica e incluso la propia masa.

**Energía cinética (Ec)4**

---

[3]http://es.wikipedia.org/wiki/Trabajo_(física)

[4]http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_cinética

Cuando una fuerza aumenta la velocidad de un cuerpo también se realiza trabajo, como ocurre por ejemplo en la aceleración de un avión por el empuje de sus reactores. Cuando un cuerpo se desplaza con movimiento variado desarrolla energía cinética.

$$\mathbf{Ec = \tfrac{1}{2}.m.v^2} \qquad (3)$$

**Energía potencial (Ep)5**

Cuando se levanta un objeto desde el suelo hasta una determinada atura, se realiza trabajo al tener que vencer la fuerza de la gravedad, dirigida hacia abajo; la energía comunicada al cuerpo por este trabajo aumenta su energía potencial. Si se realiza trabajo para elevar un objeto a una altura superior, se almacena energía en forma de energía potencial gravitatoria. Cuando un cuerpo varía su altura desarrolla energía potencial.

$$\mathbf{Ep = m.g.h} \qquad (4)$$

Donde:

**Pz** = peso total de la carga.

**p** = peso de cada malla kg

**q** = número de mallas por paquete

**Par** = peso de la araña kg.

$$Pz := [(p \cdot q) + Par] \cdot Cf \qquad (5)$$

Obtenido el peso de la carga a transportar se procede a la selección de la potencia de la grúa.

**Tiempo (tz)**

El Tiempo es la magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación, esto es, el período que transcurre entre el estado del sistema cuando éste aparentaba un estado X y el instante en el que X registra una variación perceptible para un observador (o aparato de medida). Es la magnitud que permite ordenar los sucesos en secuencias,

[5] http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_potencial

estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y da lugar al principio de causalidad, uno de los axiomas del método científico.

$$tz := \frac{h}{vf} \qquad (6)$$

**Aceleración (a)**

La aceleración es una magnitud vectorial que nos indica el ritmo o tasa de cambio de la velocidad de un objeto por unidad de tiempo. En otras palabras, cuánta rapidez adquiere un objeto durante el transcurso de su movimiento, según una cantidad definida de tiempo.

$$a := \frac{(vf)^2}{2 \cdot h} \qquad (7)$$

**Velocidad (V)**[6]

La velocidad en el movimiento uniforme, es el espacio recorrido en la unidad de tiempo.

– (8)

**Trabajo (Tz).7**

El trabajo de una fuerza es el producto de la intensidad de la fuerza por la distancia recorrida en su dirección.

**T=F*d** (9)

La unidad SI de trabajo es el joule, (J), que es el trabajo efectuado por un newton al mover el punto de aplicación un metro en su propia dirección.

Joule = newton * metro

**Potencia (P)**[8]

[6]http://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad

[7]http://es.wikipedia.org/wiki/Trabajo_(física)

Es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo. La potencia media queda definida por:

$$\bar{P} \equiv \langle P \rangle = \frac{W}{\Delta t} \tag{10}$$

**Coeficiente de Rozamiento Estático (μ)**

El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción expresa la oposición al movimiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto. Es un coeficiente a dimensional. Usualmente se representa con la letra griega μ (mu).

**Momento de una fuerza (M).**[9]

En mecánica newtoniana, se denomina momento de una fuerza (respecto a un punto dado) a una magnitud vectorial, obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza con respecto al punto al cual se toma el momento por la fuerza (Figura 1. Momento Dinámico), en ese orden. También se le denomina momento dinámico o sencillamente momento.

$$M = Fl \sin\theta = Fb \tag{11}$$

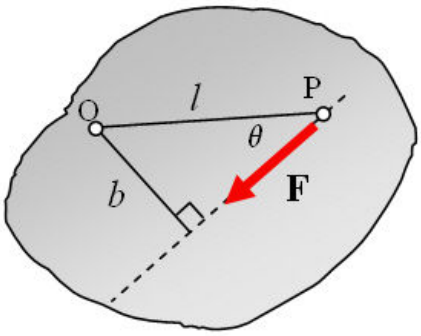



Figura 1. Momento Dinámico

**Momento de Inercia**

[8]http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_(física)

[9]http://es.wikipedia.org/wiki/Momento_de_fuerza

El momento de inercia o inercia rotacional es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo. Más concretamente el momento de inercia es una magnitud escalar que refleja la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas en rotación, respecto al eje de giro. El momento de inercia sólo depende de la geometría del cuerpo y de la posición del eje de giro; pero no depende de las fuerzas que intervienen en el movimiento.

**Factor de seguridad (cf)**

El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre un número que mide la capacidad máxima de un sistema dividido de los requerimientos teóricos o asumidos como usuales. En ingeniería, arquitectura y otras ciencias aplicadas es común que los cálculos de dimensionado de elementos o componentes de maquinaria, estructuras constructivas, instalaciones o dispositivos en general, incluyan un coeficiente de seguridad que garantice que en bajo desviaciones aleatorias de lo previsto exista un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas estrictamente necesarias.

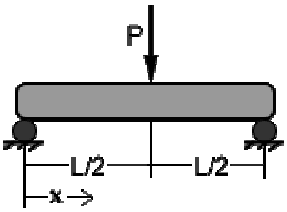



Figura 2. Pendiente de la viga con la carga en el centro 10

$$\theta_1 = -\theta_2 = -\frac{-PL^2}{16EI} \tag{12}$$

**Deformación (Ymax) para x = L/2**

$$y_{max} = \frac{-PL^3}{48EI} \tag{13}$$

**Curva elástica**

[10]http://es.wikipedia.org/wiki/Pendientes_y_deformaciones_en_vigas

La ecuación de la elástica (Figura 3), es una ecuación para el campo de desplazamientos que sufre el eje de la viga desde su forma recta original a la forma curvada o flectada final. Para una viga de material elástico lineal sometido a pequeñas deformaciones la ecuación diferencial de la elástica viene dada por:

Figura 3. Curva elástica

$$y = -\frac{Px}{16EI}\left(1 - \frac{4}{3}\frac{x^2}{L^2}\right) \quad x < \frac{L}{2} \tag{14}$$

**Momentos flectores**[11]

Se denomina momento flector un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

Es una solicitación típica en vigas y pilares y también en losas ya que todos estos elementos suelen deformarse predominantemente por flexión. El momento flector puede aparecer cuando se someten estos elementos a la acción un momento (torque) o también de fuerzas puntuales o distribuidas.

### 2.2.3. Sistema Eléctrico

**Flujo Luminoso**[12]

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

[11] http://es.wikipedia.org/wiki/Momento_flector

[12] http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html

1 watts-luz a 555 nm = 683 lm

**Intensidad Luminosa**

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m2.

**Luminancia**

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m2. También es posible encontrar otras unidades como elstilb (1 sb = 1 cd/cm2) o el nit (1 nt = 1 cd/m2).

**Factor de Potencia13**

El llamado triángulo de potencias (Figura 4), es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de "fi" (Cos φ) y su estrecha relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.

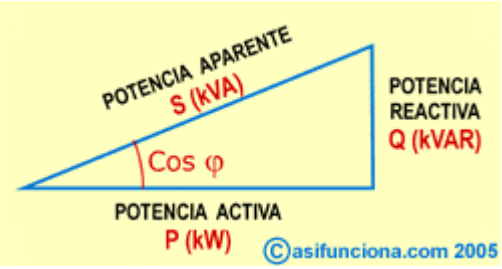



Figura 4. Triangulo de Potencias

Como se podrá observar en el triángulo de la ilustración, el factor de potencia o coseno de "fi" (Cos φ) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = P/S \qquad (15)$$

[13]http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_factor_potencia/ke_factor_potencia_4.htm

El resultado de esta operación será "1" o un número fraccionario menor que "1" en dependencia del factor de potencia que le corresponde a cada equipo o dispositivo en específico. Ese número responde al valor de la función trigonométrica "coseno", equivalente a los grados del ángulo que se forma entre las potencias (P) y (S).

Si el número que se obtiene como resultado de la operación matemática es un decimal menor que "1" (como por ejemplo 0,95), dicho número representará el factor de potencia correspondiente al defasaje en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y la tensión o voltaje en el circuito de corriente alterna.

Lo ideal sería que el resultado fuera siempre igual a "1", pues así habría una mejor optimización y aprovechamiento del consumo de energía eléctrica, o sea, habría menos pérdida de energía no aprovechada y una mayor eficiencia de trabajo en los generadores que producen esa energía.

En los circuitos de resistencia activa, el factor de potencia siempre es "1", porque como ya vimos anteriormente en ese caso no existe desfasaje entre la intensidad de la corriente y la tensión o voltaje. Pero en los circuitos inductivos, como ocurre con los motores, transformadores de voltaje y la mayoría de los dispositivos o aparatos que trabajan con algún tipo de enrollado o bobina, el valor del factor de potencia se muestra con una fracción decimal menor que "1" (como por ejemplo 0,8), lo que indica el retraso o desfasaje que produce la carga inductiva en la sinusoide correspondiente a la intensidad de la corriente con respecto a la sinusoide de la tensión o voltaje. Por tanto, un motor de corriente alterna con un factor de potencia o $\cos \varphi = 0{,}95$, por ejemplo, será mucho más eficiente que otro que posea un $\cos \varphi = 0{,}85$.

**Corriente trifásica**[14]

Se denomina corriente trifásica al conjunto de tres corrientes alternas de igual frecuencia, amplitud y valor eficaz que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120°, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

[14]http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad

La generación trifásica de energía eléctrica es más común que la monofásica y proporciona un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es mayoritaria para transportar y distribuir energía eléctrica y para su utilización industrial, incluyendo el accionamiento de motores. Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, arrolladas en un sistema de tres electroimanes equidistantes angularmente entre sí.

Los conductores de los tres electroimanes pueden conectarse en estrella o en triángulo. En la disposición en estrella cada bobina se conecta a una fase en un extremo y a un conductor común en el otro, denominado neutro. Si el sistema está equilibrado, la suma de las corrientes de línea es nula, con lo que el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables. En la disposición en triángulo o delta cada bobina se conecta entre dos hilos de fase, de forma que un extremo de cada bobina está conectado con otro extremo de otra bobina.

El sistema trifásico presenta una serie de ventajas, tales como la economía de sus líneas de transporte de energía (hilos más finos que en una línea monofásica equivalente) y de los transformadores utilizados, así como su elevado rendimiento de los receptores, especialmente motores, a los que la línea trifásica alimenta con potencia constante y no pulsada, como en el caso de la línea monofásica.

Tesla fue el inventor que descubrió el principio del campo magnético rotatorio en 1882, el cual es la base de la maquinaria de corriente alterna. Él inventó el sistema de motores y generadores de corriente alterna polifásica que da energía al planeta.

**Corriente monofásica**

Se denomina corriente monofásica a la que se obtiene de tomar una fase de la corriente trifásica y un cable neutro. En España y demás países que utilizan valores similares para la generación y trasmisión de energía eléctrica, este tipo de corriente facilita una tensión de 220/230 voltios, lo que la hace apropiada para que puedan funcionar adecuadamente la mayoría de electrodomésticos y luminarias que hay en las viviendas.

Desde el centro de transformación más cercano hasta las viviendas se disponen cuatro hilos: un neutro (N) y tres fases (R, S y T). Si la tensión entre dos fases

cualesquiera (tensión de línea) es de 380 voltios, entre una fase y el neutro es de 220 voltios. En cada vivienda entra el neutro y una de las fases, conectándose varias viviendas a cada una de las fases y al neutro; esto se llama corriente monofásica. Si en una vivienda hay instalados aparatos de potencia eléctrica alta (aire acondicionado, motores, etc., o si es un taller o una empresa industrial) habitualmente se les suministra directamente corriente trifásica que ofrece una tensión de 380 voltios.

**Unidades eléctricas**

Voltio (V, unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz)

El voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente con una intensidad de un amperio utiliza un vatio de potencia:

$$V = \frac{J}{C} = \frac{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{kg}}{\mathrm{s}^3 \cdot \mathrm{A}} \tag{16}$$

Un ohmio (Ω)es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor cuando una diferencia de potencial constante de 1 voltio aplicada entre estos dos puntos produce, en dicho conductor, una corriente de intensidad 1 amperio, cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor:

$$\Omega = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{kg}}{\mathrm{s}^3 \cdot \mathrm{A}^2} \tag{17}$$

Un faradio (F)es la capacidad de un capacitor entre cuyas armaduras aparece una diferencia de potencial eléctrico de 1 voltio cuando está cargado de una cantidad de electricidad igual a un culombio:[42]

$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{A} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{V}} = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{V}} = \frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{J}} = \frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}} = \frac{\mathrm{s}^2 \cdot \mathrm{C}^2}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{kg}} = \frac{\mathrm{s}^4 \cdot \mathrm{A}^2}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{kg}} \tag{18}$$

**Elementos de seguridad**

Las instalaciones eléctricas disponen de varios elementos de seguridad para disminuir el riesgo de accidentes, como los causados por cortocircuitos, sobrecargas o contacto de personas o animales con elementos en tensión. Un cortocircuito ocurre

cuando falla un aparato o línea eléctrica por el que circula corriente, y esta pasa directamente:

**Del conductor activo o fase al neutro o tierra**

Entre dos fases en el caso de sistemas polifásicos en corriente alterna

**Entre polos opuestos en el caso de corriente continua.**

El cortocircuito se produce normalmente por fallos en el aislante de los conductores, cuando estos quedan sumergidos en un medio conductor como el agua o por contacto accidental entre conductores aéreos por fuertes vientos o rotura de los apoyos.

Debido a que un cortocircuito puede causar daños importantes en las instalaciones eléctricas e incendios en edificios, las instalaciones están normalmente dotadas de fusibles, interruptores magneto-térmicos o diferenciales y tomas de tierra, a fin de proteger a las personas y las cosas.

La ecuación de la elástica es la ecuación diferencial que, para una viga de eje recto, permite encontrar la forma concreta de la curva elástica. Concretamente la ecuación de la elástica es una ecuación para el campo de desplazamientos que sufre el eje de la viga desde su forma recta original a la forma curvada o flectada final.

Figura 5.Fusible industrial de 200 amperios.

**Fusible (Figura 5):** es un dispositivo, constituido por un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión, que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o por un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

Interruptor magneto térmico: también denominado disyuntor termo magnético, es un dispositivo utilizado para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles. Tienen la ventaja frente a los fusibles de que no hay que reponerlos. Cuando desconectan el circuito debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se rearman de nuevo y siguen funcionando. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

**Interruptor diferencial:** también llamado disyuntor por corriente diferencial o residual, es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y tierra o masa de los aparatos. En esencia, el interruptor diferencial consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. El interruptor corta la corriente eléctrica cuando existe una derivación de corriente a tierra, que si pasa por un cuerpo humano puede tener consecuencias fatales.

Figura 6. Instalación de toma a tierra mediante pica de cobre.

**Toma de tierra (Figura 6):** también denominado hilo de tierra o simplemente tierra, se emplea en las instalaciones eléctricas para evitar el paso de corriente al usuario por un fallo del aislamiento de los conductores activos. La toma a tierra es un camino de poca resistencia a cualquier corriente de fuga para que cierre el circuito "a tierra" en lugar de pasar a través del usuario. Consiste en una pieza metálica enterrada en una mezcla especial de sales y conectada a la instalación eléctrica a través de un cable. En todas las instalaciones interiores según el reglamento, el cable de tierra se identifica por ser su aislante de color verde y amarillo.

**Máquinas eléctricas**

En 1831 el físico y químico inglés Michael Faraday, que fue discípulo del químico Humphry Davy, descubrió la inducción electromagnética. El conocimiento de este fenómeno ha permitido obtener energía eléctrica a partir de energía mecánica, lo que ha sido un elemento clave en el desarrollo de la tecnología. El proceso se realiza mediante aparatos denominados dinamos y generadores (Figura 7). En 1870 el belga ZénobeGramme perfeccionó los inventos de dinamos que existían y reinventó los primeros generadores comerciales a gran escala, que empezaron a funcionar en París en torno a 1870. Su diseño se conoce como la dinamo de Gramme.

También se aplica la inducción electromagnética para la construcción de motores movidos por energía eléctrica, que permiten el funcionamiento de innumerables dispositivos.

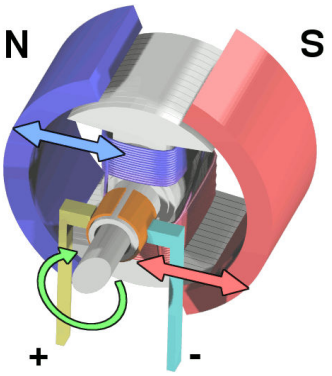



Figura 7. Motor eléctrico

Desde que Faraday describió el proceso de inducción y generación de la corriente eléctrica, se iniciaron experiencias y proyectos que culminaron con el invento y fabricación de los diferentes tipos de motores eléctricos que existen. El paso definitivo lo consiguió el ingeniero Tesla que, en 1887, fabricó el primer motor asíncrono trifásico de corriente alterna. Un motor eléctrico es un dispositivo dinamoeléctrico encargado de transformar energía eléctrica en energía mecánica por medio de la interacción de campos magnéticos.

Los motores eléctricos son ampliamente utilizados en instalaciones industriales y electrodomésticos, por su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento. Se fabrican desde potencias muy pequeñas hasta grandes potencias, y con velocidades fijas, ajustables o variables. Tanto los motores de corriente alterna como los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. Por otro lado, cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético. En consecuencia, si se lo pone dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante la rotación de un dispositivo llamado eje, el cual lleva acoplado generalmente una polea de transmisión.

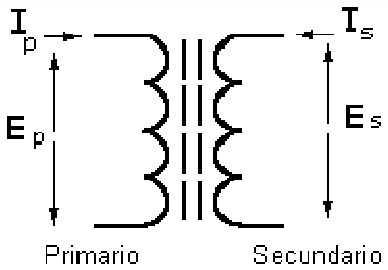



Figura 8. Transformador

El origen del transformador (Figura 8), se remonta a 1851, cuando el físico alemán Heinrich Daniel Ruhmkorffdiseñó la llamada bobina de Ruhmkorff, precursora de los transformadores modernos. El transformador es una máquina eléctrica carente de movimiento que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito

eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia y la potencia con un alto rendimiento. Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro dulce o hierro silicio. Las bobinas o devanados se denominan primario y secundario, según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. El funcionamiento se produce cuando se aplica una fuerza electromotriz alterna en el devanado primario, las variaciones de intensidad y sentido de la corriente alterna crearán un campo magnético variable dependiendo de la frecuencia de la corriente. Este campo magnético variable originará, por inducción, la aparición de una fuerza electromotriz en los extremos del devanado secundario. La relación teórica entre la fuerza electromotriz inductora (Ep), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz inducida (Es), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (Np) y secundario (Ns) .

$$\frac{Ep}{Es} = \frac{Np}{Ns} \tag{19}$$

La razón de transformación (Figura 9), del voltaje entre el bobinado primario y el secundario depende por tanto del número de ruletas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario. En el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{Np}{Ns} = \frac{Vp}{Vs} \tag{20}$$

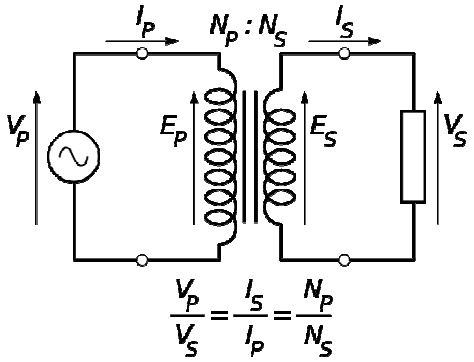



Figura 9. Razón de Transformación

Esta particularidad tiene su utilidad para el transporte de energía eléctrica a larga distancia, al poder efectuarse el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades y por tanto con pequeñas pérdidas. El transformador ha hecho posible la distribución de energía eléctrica a todos los hogares, industrias, etc. Si no fuera por el transformador tendría que acortarse la distancia que separa a los generadores de electricidad de los consumidores. El transformador lo encontramos en muchos lugares, en las lámparas de bajo consumo, cargadores de pilas, vehículos, en sótanos de edificios, en las centrales hidroeléctricas y otros generadores de electricidad. Su tamaño puede variar desde muy pequeños a enormes transformadores que pueden pesar más de 500 t.

**Salud y electricidad**

Se denomina riesgo eléctrico al riesgo originado por la energía eléctrica. Dentro de este tipo de riesgo se incluyen los siguientes:

Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).

- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

La corriente eléctrica puede causar efectos inmediatos como quemaduras, calambres o fibrilación, y efectos tardíos como trastornos mentales. Además puede causar efectos indirectos como caídas, golpes o cortes. Los principales factores que influyen en el riesgo eléctrico son:

- La intensidad de corriente eléctrica.
- La duración del contacto eléctrico.
- La impedancia del contacto eléctrico, que depende fundamentalmente de la humedad, la superficie de contacto y la tensión y la frecuencia de la tensión aplicada.

**La tensión aplicada.** En sí misma no es peligrosa pero, si la resistencia es baja, ocasiona el paso de una intensidad elevada y, por tanto, muy peligrosa. La relación entre

la intensidad y la tensión no es lineal debido al hecho de que la impedancia del cuerpo humano varía con la tensión de contacto.

- Frecuencia de la corriente eléctrica. A mayor frecuencia, la impedancia del cuerpo es menor. Este efecto disminuye al aumentar la tensión eléctrica.
- Trayectoria de la corriente a través del cuerpo. Al atravesar órganos vitales, como el corazón, pueden provocarse lesiones muy graves.
- Los accidentes causados por la electricidad pueden ser leves, graves e incluso mortales. En caso de muerte del accidentado, recibe el nombre de electrocución.
- En el mundo laboral los empleadores deberán adoptar las medidas necesarias para que dé la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

# 3. MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADA.

En los siguientes apartados definiremos los procesos de ejecución de la obra.

### 3.1.1. Cimentación

El movimiento de tierras se realizará con medios mecánicos, para la cimentación se le sumará la formación de los pozos para las zapatas y las riostras.

Sobre el muro se arma una viga con varilla de 14mm y estribo de 8mm, donde se anclan 6 pernos de Φ 24,5mm por 700mm de largo el perno en uno de sus extremos se realiza un dobles de 90º de 100mm en el otro extremo debe ser roscado, ver plano de ubicación de los pernos, estos irán ubicados cada 4.41m a lo largo de todo el muro, y estarán alineados los 3 muros.

### 3.1.2. Saneamiento Horizontal.

Las aguas de la cubierta se llevarán a la red general mediante tubos de PVC, de diámetros entre 100 y 75 mm. Para facilitar el buen desagüe de las aguas las pendientes no serán menores al 0,5%. Estas pendientes también serán aplicables a todos los desagües de la nave.

La evacuación pluvial y la residual de la nave industrial se unirán en la salida exterior hacia la red general, alcantarillado público general de la zona donde se sitúa la nave industrial Parque Industrial de Loja, dispone de la red de alcantarillado público.

La actividad realizada en la nave industrial, no producirá ningún tipo de residuo tóxico, por lo cual no será necesaria la instalación de una depuradora.

### 3.1.3. Estructura

#### 3.1.3.1. Descripción de elementos

La empresa ANDEC proveerá de elementos de acero. A continuación se enuncian los elementos principales para la cimentación.

- Pilar de la columna de longitud variable varilla 16mm 14mm y estribo de 8mm,

acero B-500 S.

- Vigas y muros de hormigón longitud variables varilla de 16 y 12mm estribo de 8mm, con hormigón y acero B-500 S.
- Correa de cubierta G125*3mm para las cerchas, con una separación entre pórticos de 13.17m.
- Correa de cubierta G80*2mm que irán tejidas sobre las cerchas a una distancia de 1.54 m.
- Ángulo de 50*50*3mm cerchado y estabilizadores de las columnas longitud variable.

**Descripción del material para la estructura**

La empresa IPAC proveerá de la estructura de la nave, que estará formada por elementos de acero.

Las columnas serán de perfil W310x310x97; el empotramiento irá unido a los cimientos mediante unión por fleje, fijándose la columna al cimiento mediante pernos. Una vez queden instalados las columnas en sus correspondientes cimientos, se procederá a la instalación de los demás accesorios.

- Las vigas carrileras perfil W200x136x26, 6; se ubicaran en las columnas a 6,8 m del piso a lo largo del andén.
- Los puentes grúas serán del perfil W610x325x155, El montaje se hará sobre dos troles que se desplazarán sobre las vigas carrileras.
- El fleje de 12 – 10 – 6mm.
- Para la cubierta, no transitable, se utilizaran duratecho la pendiente es de 8º a dos aguas, con una luz de 13 metros y la altura máxima de 9,5 metros.

**Pavimento**

El piso interior de la nave industria será un pavimento compuesto por diferentes capas, una primera capa base compactada de grava que dificulte el paso del agua, y como capa exterior, pavimento de hormigón armado de 20 cm de espesor con malla electrosoldada 15x15 mm de diámetro 8 mm con acabado superficial y para la zona de oficinas parquet de 15 mm de espesor.

# 4. Resultados

## 4.1. Objetivo Específico 1

Determinar el proceso tecnológico adecuado para la elaboración de columnas de hierro usando normas INEN destinadas a la edificación de viviendas.

**Resultado**:

El proceso de fabricación (Figura 10) que se va a adoptar sigue el siguiente proceso:

| | |
|---|---|
| DESCARGA | • En esta etapa con la ayuda de una grúa se descarga la materia prima y es colocada en primera terraza. |
| CORTADO | • Con la ayuda de una cizalla manual, los operadores cortan la electromalla en tres o cuatro partes (dependiendo) haciendo paquetes de hasta 50 electromallas cortadas. |
| DOBLADO | • El doblado de la electromalla que ha sido cortado es doblado con la ayuda de una dobladora neumática. |
| ÚLTIMO DOBLADO DEL ESTRIBO | • Una a una, luego de ser doblada; la columna pasa a la mesa de doblado final para que un operador doble la última sección del estribo. |
| EMPAQUETADO | • En esta estapa,las columnas son colocaladas en una cuna para formar paquetes de hasta 40 columnas. |
| ALMACENAMIENTO | • Los paquetes de columnas según su medida, son colocados en la segunda terraza de almacenamiento. |
| DESPACHO | • Los paquetes de colmunas están listos para su despacho. |

Figura 10. Proceso de Fabricación

La primera máquina que se va a analizar para el uso en la planta es la cizalla manual para el corte de las electromallas antes de ser dobladas.

### 4.1.1. Primer proceso.- Cortado

La malla de 6,5m de largo por 2,40m de ancho es cortada con una cizalla (Figura 11) y (Figura 12) de forma manual, en esta etapa la malla cortada tiene las dimensiones de: 6,50m de largo por 0,80 m de ancho para formar una columna de 650 x 15 x 15 cm.

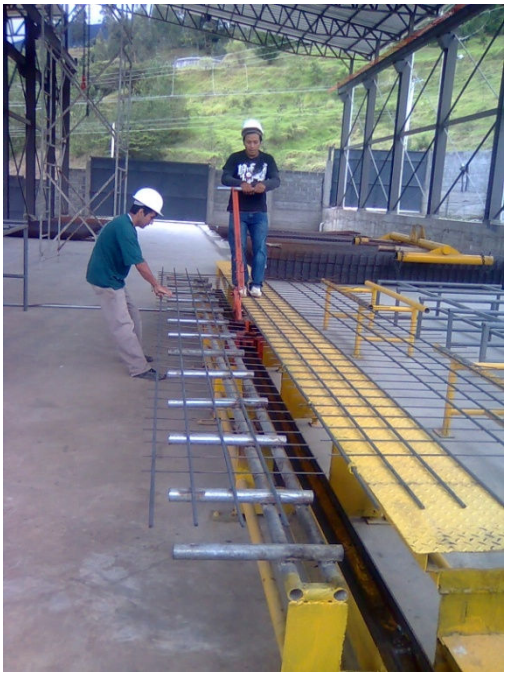


Figura 11. Proceso de Cortado

**Especificaciones y Parámetros Técnicos**

| | |
|---|---|
| **Capacidad de Corte**: | Varilla corrugada de calibre 8 (9,5mm) |
| **Largo útil de corte:** | Continuo |
| **Peso neto:** | 30 Kg |
| **Peso de la cizalla más la estructura:** | 700 kg |

#### 4.1.1.1. Instalación:

**Descargue del camión:** Con un montacargas descargamos la cizalla del camión transportador.

**Anclaje:** La máquina es anclada en el piso con pernos de extensión de 12mm Ø por 200mm de longitud.

**Nivelación:** Esta máquinaen todo el proceso de fabricación está diseñada y ensamblada teniendo en cuenta una nivelación precisa. Es necesario, para óptimos resultados.

Figura 12. Cizalla

**La segunda máquina a analizar es la dobladora neumática:**

### 4.1.2. Segundo proceso.- Doblado

En esta etapa, la malla que fue cortada es doblada en la maquina neumática y forma las cuatro caras de la columna de hierro.

**Características de la dobladora neumática**

| | |
|---|---|
| **Dimensiones generales:** | 650 x 90 cm |
| **Barra de doblado:** | 650 x 10 cm |
| **Presión de aire que empujan los gatos:** | 100 PSI |
| **Gatos neumáticos:** | 2 |
| **Mordazas para enganche de malla:** | 48 |
| **Vida útil de la máquina:** | 10 años |

**En la primera etapa de doblado**, los operadores extienden la malla electrosoldada en la dobladora ( Figura 13) y la enganchan en los dientes de sujeción para proceder al primer doblado manual del estribo.

Figura 13. Mesa de Doblado

**En la segunda etapa del doblado**, se dobla la primera cara de la columna a 90° con respecto a la horizontal (Figura 14), de esta manera:

Figura 14. 2da etapa de doblado

**La tercera y cuarta etapa del doblado** consisten en doblar la segunda y tercera cara de la columna igualmente a 90° respecto la una de la otra (Figura 15), de la siguiente manera:

Figura 15. 3ra y 4ta etapa de doblado

**La quinta etapa**, consiste en doblar la última cara de la columna igualmente a 90° con respecto a la tercera (Figura 16).

Figura 16. 5ta etapa de doblado

**La última etapa de doblado** consiste en doblar el saliente de los estribos de tal manera que queden paralelos a los estribos de la primera cara (Figura 17), de la siguiente manera:

Figura 17. Última etapa de doblado

### 4.1.3. Tercer proceso.- Doblado manual.

En esta etapa la columna requiere el doblez final de los estribos, este trabajo se ejecuta en forma manual con una herramienta hecha para este propósito así como se muestra en la figura (Figura 18):

Figura 18. Doblado Manual

### 4.1.4. Cuarto proceso.- Almacenamiento del producto terminado.

La columna después de ser confeccionada es colocada en una cuna de almacenamiento temporal hasta completar un paquete que varía el número de unidades por paquete dependiendo de las características de la columna para ser transportada con la grúa a la bodega (Figura 19).

Cuna de almacenamiento

Paquete listo para embodegarse

Figura 19. Almacenamiento del Producto

## 4.2. Objetivo Específico 2.

Definir el tipo de armadura para columnas, dependiendo del tipo de vivienda.

### 4.2.1. Tipos de vivienda

La fábrica de columnas estará destinada a la confección de columnas para la construcción de casas de estilo popular de baja altura.

Consideramos entonces casas populares de baja altura (Figura 20) a aquellas casas que tienen las siguientes características:

**Terreno regular**

- Dimensiones de construcción de 7 x 8 m.
- Construcción de vivienda de hasta dos plantas y cubierta.

Figura 20. Casa Tipo

Según la ENDEMAIN 2004, el 68 por ciento de las viviendas en el país son catalogadas como casa o villa, el 14 por ciento como departamentos y el restante 18 por ciento conformado por mediagua, cuarto de inquilinato, rancho, choza y de otro tipo; Manabí, Azuay, Loja y Bolívar alcanzan porcentajes que sobrepasan el 80 por ciento de casas o villas; lo que significa que un 80% de la población en la provincia de Loja, construye sus viviendas de una a dos plantas.

Luego de haber realizado un trabajo minucioso hemos logrado recopilar los siguientes resultados:

Para obtener un mejor resultado se ha recopilado información por medio de encuestas a profesionales y trabajadores de la construcción de Loja para ello se ha dividido en dos temas que son:

- Columnas de hierro
- Estribos

Y dentro de cada uno de ellos se ha tenido en cuenta algunos aspectos como:

- Profesión
- Años de experiencia

Medidas del material utilizado para la fabricación de columnas de hierro (Tabla 1) y (Figura 21).

| | **Diámetro en mm.** | | **Armadura** | |
|---|---|---|---|---|
| | Principal | Estribo | Estribo en cm | Altura del Estribo cm |
| CATEGORIA1 | 12,0 | 8,0 | 20 x 20 | 1/4 |
| CATEGORIA2 | 4x14 / 4x12 | 8,0 | 25 x 25 | 1/4 |
| CATEGORIA3 | 16,0 | 8,0 | 25 x 25 | 1/4 |
| CATEGORIA4 | 4x14 / 2x12 | 8,0 | 30 x 35 | 1/4 |
| CATEGORIA5 | 14,0 | 8,0 | 25 x 25 | 1/4 |
| CATEGORIA6 | 4x14 / 2x12 | 8,0 | 20 x 20 | 1/4 |
| CATEGORIA7 | 12,0 | 8,0 | 16 x 16 | 1/4 |

Tabla 1. Medida de estribos para la construcción de casas de baja altura

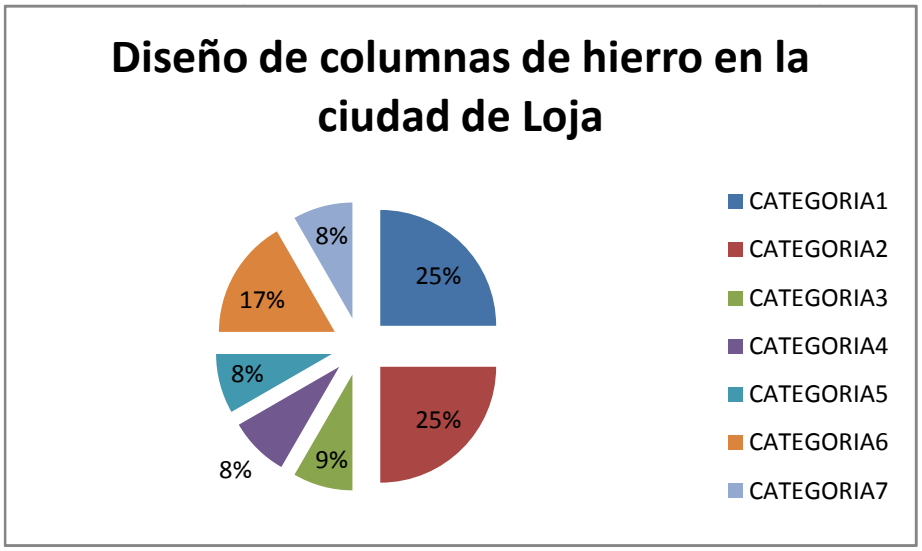



Figura 21. Columnas de hierro destinadas a edificaciones de baja altura

## 4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO III

**Determinar el equipamiento, espacio y montaje de la fábrica.**

### 4.3.1. Equipamiento

Las máquinas que están directamente relacionadas con el trabajo de producción y que fueron detalladas en el primer objetivo son:

- Cizalla
- Dobladora
- Herramientas de doblado manual
- Cuna de almacenamiento
- Equipos de apoyo
- Grúa

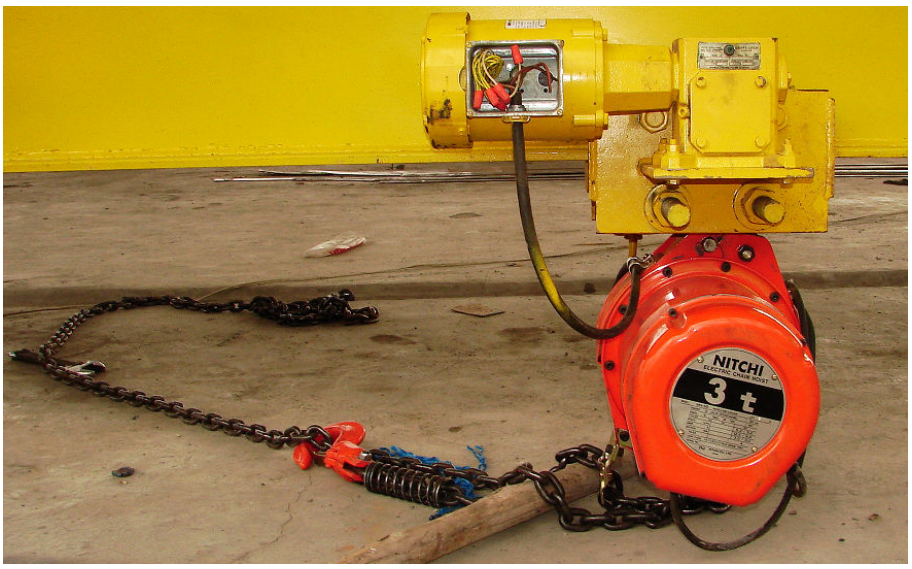



Figura 22. Grúa 3 toneladas

Para escoger el tipo de grúa que más conviene (Figura 22) recurrimos a una serie de bases de información entre fábricas nacionales en donde existen estas máquinas tales como: Andec, locales como MiM, Adelca entre otras; constructores de grúas extranjeros como: North American Industries, nacionales: Progrúa de la ciudad de Guayaquil y Comrepsa de la ciudad de Quito.

Cuando se está considerando la compra de un sistema de elevación de carga, se debe considerar los siguientes aspectos; la capacidad de carga, altura de elevación, y el área de cobertura del gancho son la prioridad. Sin embargo, hay que tener en cuenta y hacerse las siguientes preguntas:

- ¿Para qué necesito el sistema de izaje? ¿Por ejemplo, será utilizado para mover herramientas costosas desde y hacia maquinas de moldes ó para carga y descarga general?
- ¿Cómo puede una grúa mejorar la seguridad con la que levanto las cargas?
- ¿Cómo puede una grúa mejorar la seguridad de mis trabajadores en la manipulación de las cargas?
- ¿Con que frecuencia será utilizada la grúa en cada turno de trabajo?
- ¿Cómo tendrá que moverse y localizarse la carga?
- ¿Qué tan fácil es mover el sistema a una nueva localización dentro de mi fábrica?
- ¿Realmente necesito tres sentidos de movimiento del gancho (arriba/abajo, izquierda/derecha y adelante/atrás) ó solo dos son suficientes?
- ¿Qué tan pesadas son las cargas que se levantarán?
- ¿Cuánto dinero debo invertir en el sistema?

Contestar adecuadamente estas preguntas podría significar la diferencia entre simplemente pagar un poco de dinero por un sistema de elevación y manejo de carga y hacer una inversión en un sistema que verdaderamente mejore las operaciones, aumente la seguridad y eficiencia de los trabajadores y mejore en general la calidad de la producción.

Cada proyecto tiene un presupuesto y muchas veces en un intento por controlar los costos, algunas personas eligen grúas inadecuadas lo que a menudo reduce la eficacia del sistema de carga y, en el largo plazo, produce pérdida de dinero. Es de vital importancia comenzar con una honesta evaluación de las necesidades antes de seleccionar una grúa para la fábrica.

- Tipos de grúas
- Hay cuatro tipos principales de sistemas de carga.
- Puente Grúa.

Figura 22. Instalación del puente grúa

Este tipo de grúa corre sobre una carrilera elevada a lo largo de la planta y proporciona tres ejes de movimiento del gancho (Figura 22). Los diseños tanto de una viga como de dos vigas, proporcionan gran flexibilidad y permiten que el gancho sea ubicado con mucha precisión y que la carga sea colocada con mucha suavidad.

**Grúa Pórtico.**

Figura 23. Grúa Pórtico

Este tipo de grúa es muy similar al puente grúa (Figura 23), con la diferencia de que corre sobre una pista a nivel del piso. El puente (que lleva el polipasto y el carro) es soportado por un par de piernas de acero rígidas que a su vez son transportadas por un par de carros testeros a lo largo del recorrido longitudinal sobre el piso. Las grúas pórtico proporcionan las mismas características de funcionamiento de un puente grúa.

**Grúa Pescante.**

Figura 24. Grúa Pescante

Este tipo de grúa consiste en una cabeza pivotante y un brazo giratorio (Figura 24), que lleva un polipasto y el trole. La cabeza pivotante se apoya en un mástil montado sobre el piso que proporciona rotación de 360° o en una columna existente del edificio, proporcionando 180° de la rotación del brazo. La grúa pescante se puede también motorizar para proporcionar posicionamiento exacto de cargas, sin embargo, la localización del gancho depende de una trayectoria radial en lugar de un arreglo simple en X-Y.

**Monorriel**.

Figura 25. Grúa Monorriel

Este tipo de sistema de elevación de carga es muy especializado y muy eficaz cuando está diseñado e incorporado correctamente dentro de la fábrica (Figura 25). Solo cuenta con dos direcciones de recorrido del gancho: arriba/abajo y a lo largo del eje de la viga del monorriel. No se recomienda (y es muy peligroso) empujar la carga lateralmente, fuera de la línea central de la viga del monorriel,

**Por lo tanto; se escogió el puente grúa por algunos aspectos:**

- Ocupa menos espacio para el traslado del polipasto ya que el puente grúa rueda a lo largo de la viga carrilera.
- La seguridad es mayor en relación con el pórtico ya que no hay los rieles que están a nivel del suelo que sirven para que ruede el puente y no existe peligro de que alguien quede herido o que la grúa pase por encima de alguna herramienta olvidada por algún operador que lo dejó en su camino.
- El precio de una grúa pórtico es mayor puesto que la estructura necesitada para el montaje del polipasto es mucho mayor que para una grúa tipo puente.

**Partes de la grúa tipo puente:**

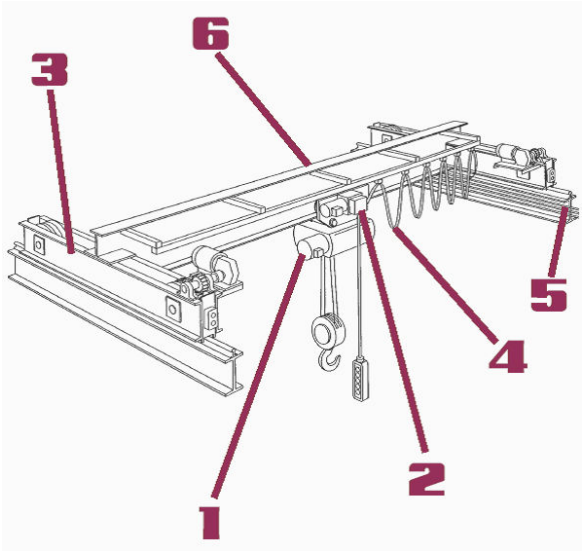



Figura 26. Puente Grúa

1) Polipasto
2) Carro del polipasto (Trole)
3) Carros de traslación (Carros Testeros)
4) Electrificaciones
5) Electrificaciones
6) Viga Principal

## 4.4. Espacio de la fábrica.

Para lograr la distribución y aprovechamiento del espacio se ha recurrido una herramienta de dibujo, Autocad; para realizar el plano arquitectónico donde se hace la distribución del espacio según algunos criterios tales como:

- La oficina debe estar situada en el lugar estratégico para tener mayor visibilidad para el control de la fábrica.
- La zona de descarga de materia prima, debe efectuarse en un lugar donde el vehículo no tenga problemas para el acceso ya que llega en tráiler.
- La zona de producción, debe estar situada al mismo nivel de la zona de descarga de materia prima; de esta manera es fácil desempacar y transpórtala para comenzar el proceso de la columna; y,
- La zona de almacenamiento de materia elaborada tiene que ser amplia para que

pueda almacenar toda la gama de medidas estándares y pedidos especiales además; esta zona tiene la posibilidad de que un camión de carga mediano pueda ingresar y ser despachado con la ayuda de la grúa en el menor tiempo posible.

Teniendo en cuenta estos parámetros la distribución del espacio quedaría de la siguiente manera:

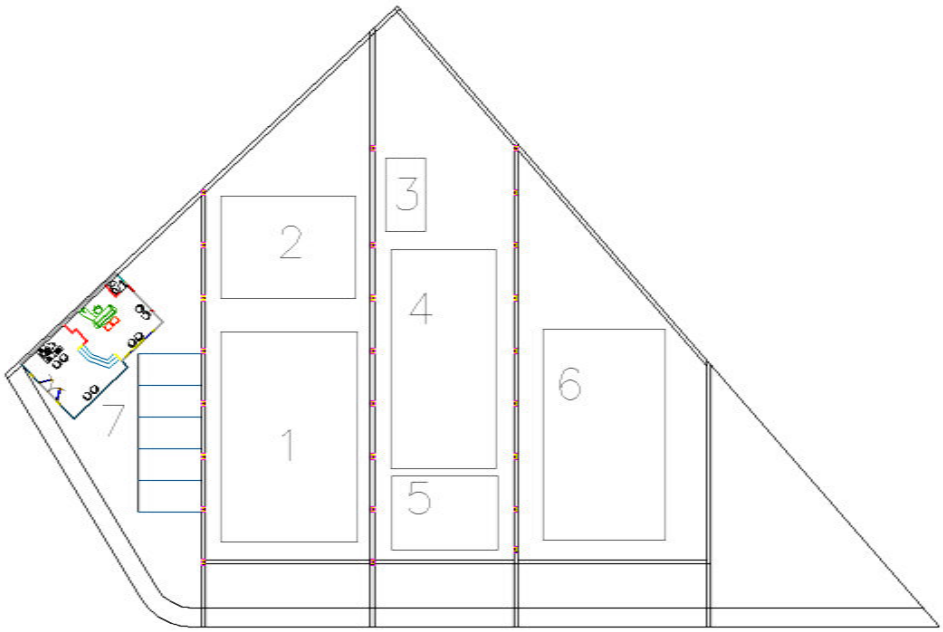



Figura 27. Distribución de Zonas

**Detalle de las zonas:**

1) Descarga y stock de materia prima (malla electrosoldada)
2) Procesamiento de la materia prima
3) Conformación de paquetes de columnas de hierro elaboradas.
4) Stock de paquetes de columnas de hierro.
5) Zona de embarque de paquetes de columnas de hierro.
6) Bodega de hierro
7) Administración.
8) Para los procesos 1, 2, 3, 4 y 5 se utilizarán las grúas antes descritas.

## 4.5. Montaje de la fábrica

### 4.5.1. Diseño metodológico.

El estudio lo vamos a enfocar mediante la investigación de los diferentes movimientos que realiza la grúa en la estructura, acto seguido realizaremos planos de diseño del andén, cálculos en lo referente al puente grúa, carrilera para el puente grúa y columnas; cálculo de la potencia de la maquinaría, servicios generales y dimensionar el transformador; elaborar un manual de seguridad, procesos para la producción y presentación de informes y resultados de los estudios.

### 4.5.2. Diseño eléctrico.

La energía se toma de la red de media tensión de la EERSSA., el transformador Trifásico (3 fases + Neutro) serán montado con pernos máquina de 5/8x10” en un poste de Hormigón Armado de 11 metros de longitud y se conectarán a la Red de Media Tensión mediante grapas de línea viva calibre 1*2-ACSP, para los bajantes en baja tensión será con conductor de Al tipo 2*2(4)-ACSR y conectores de ranura paralela Al-Al dos por línea.

- Voltaje: 220V. Corriente: 200 A.
- Protección y Accionamiento: botonera (30A - 250V)

### 4.5.3. Diseño Electromecánico.

La parte mecánica consiste en calcular esfuerzos y el movimiento de la grúa en el andén, la carga malla electrosoldada que es la materia prima básica para elaborar las

columnas es retirada de la plataforma trasladada y almacenada para en lo posterior ser procesada, este trabajo es realizado por la grúa que comanda una cadena, eje Z, que se encuentra alojada en el puente grúa siendo transportada por un polipastos que se desplaza a lo largo del mismo. Eje X; el puente grúa es movido por dos polipastos ubicados a los extremos, eje Y, el cual se desplaza sobre la viga carrilera.

Al realizar el análisis del plano topográfico del terreno, donde se cimentará la fabrica y por medio de experiencias obtenidas por las visitas a Andec llegamos a la conclusión que en la propiedad se la puede dividir en 3 partes longitudinales norte sur donde se cimentarán 2naves de las siguientes características:

- Altura 6.5mts
- Ancho 12.8mts
- Profundidad 27.0mts

En el puente grúa el recorrido útil es de 10,20mts, la altura del gancho 6.5 mts. La profundidad de 27mts.

**Esquema Cinemático de la Fábrica.**

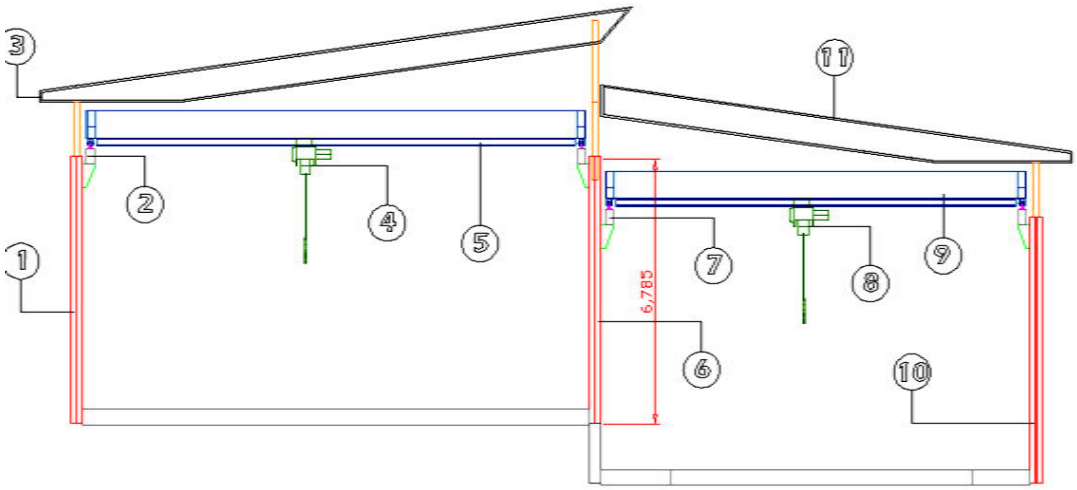



Figura 28. Esquema Cinemático

**Detalle de las partes principales:**

1) Columna tipo I de 6,85mts.
2) Viga tipo I donde se aloja la riel para el desplazamiento del puente grúa nave 1.
3) Cercha
4) Grúa nave 1.
5) Puente grúa longitud 12.8mts nave 1.
6) Columna tipo I de 6,85mts soporte central de la planta.
7) Viga tipo I donde se aloja la riel para el desplazamiento del puente grúa nave 2.
8) Grúa nave 2.
9) Puente grúa longitud 11.8mts nave 2.

**Motor eléctrico:** es la fuente de donde se extrae la energía pera realizar el trabajo mecánico requerido, mediante la transformación de la energía eléctrica en energía mecánica, pueden ser de corriente alterna o continúa.

**Árboles:** Son piezas que tienen por objeto transmitir una potencia por medio de su giro; los árboles soportan principalmente esfuerzos de torsión, tienden a transmitir momentos.

**Ejes**: Se llama eje a toda pieza (móvil o no) en la cual se apoya otra pieza que gira; los ejes generalmente soportan esfuerzos de flexión debido a ello no transmiten movimiento.

#### 4.5.3.1. Cálculo y diseño estructural de la nave industrial

**Calculo de la carga a mover**

Cálculo de la fuerza máxima que realizara la grúa para transportar la carga dentro del andén, sabiendo que la ANDEC despacha bultos de malla electrosoldada de las siguientes características:

Donde:

p = peso de la malla electrosoldada, varilla principal 8mm y para el estribo 5mm

q = Número de mallas por paquete

Pz = peso total de la carga.

Par = peso de la araña.

Cf = Factor de seguridad

***q = 22***

***p = 77,7kg***

$Par := 320.kg$

$Cf := 1.5$

$Pz := [(p \cdot q) + Par] \cdot Cf$ $\qquad Pz = 2.88 \times 10^3 \text{kg}$

Para transportar la carga dentro de la nave, se necesitará una grúa de 3ton de capacidad.

**Calculo de la potencia del motor de la grúa**

Para este diseño tomamos en cuenta la altura, que está relacionada con la capacidad de almacenamiento que tiene que existir en la fábrica para el óptimo desempeño; esta altura es máxima 6,5mt, que equivale a 3 paquetes de columnas elaboradas, (número recomendado por ANDEC).

Por medio de la física se realiza el estudio de la carga, para determinar el esfuerzo máximo que soportara el puente grúa (Figura 29).

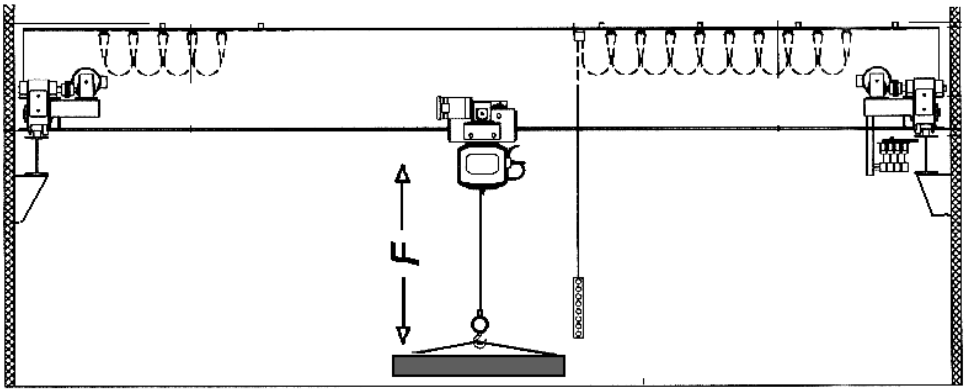



Figura 29. Puente Grúa

**Donde**:

h = Altura mts

a = Aceleración m/s2

P = Peso N

I = Impulso

Q = Carga kg.

Ty = Tensión N

T = Trabajo Juls1

e = Espacio mts

**Datos**:

$vf := 5.5 \frac{m}{min}$ $\qquad vf = 91.67 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$

$h := 6.50m$

$g := 9.8 \frac{m}{s^2}$

**Ecuaciones** **Resultados**

**Tiempo empleado (tz)**

$tz := \frac{h}{vf}$ $\qquad tz = 70.91 \times 10^{0} s$

**Aceleración (a)**

$a := \frac{(vf)^2}{2 \cdot h}$ $\qquad a = 646.37 \times 10^{-6} \frac{m}{s^2}$

**Velocidad media (Vm)**

$$Vm := \frac{h}{tz} \qquad Vm = 91.67 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$$

Esfuerzo máximo que realiza la grúa, que es la tención máxima para el diseño del puente grúa.

**Tensión de la cadena (Tz)**

$$Tc := Pz \cdot a + Pz \cdot g \qquad Tc = 28.23 \times 10^{3}\ N$$

**Trabajo (Tz)**

$$Tz := Tc \cdot h \qquad Tz = 183.47 \times 10^{3}\ J$$

**Potencia motor (Pot)**

$$Pot := \frac{Tz}{tz} \qquad Pot = 2.587 \times 10^{3}\ W$$

$$hp := \frac{Pot}{745W} \qquad hp = 3.473 \times 10^{0}$$

$$Kw1 := \frac{Pot}{1000W} \qquad Kw1 = 2.59 \times 10^{0}\ \text{Kw/h}$$

Trabajo realizado por el polipasto que se desplaza suspendido en el puente grúa, trasladando la carga (Figura 30). Eje X.

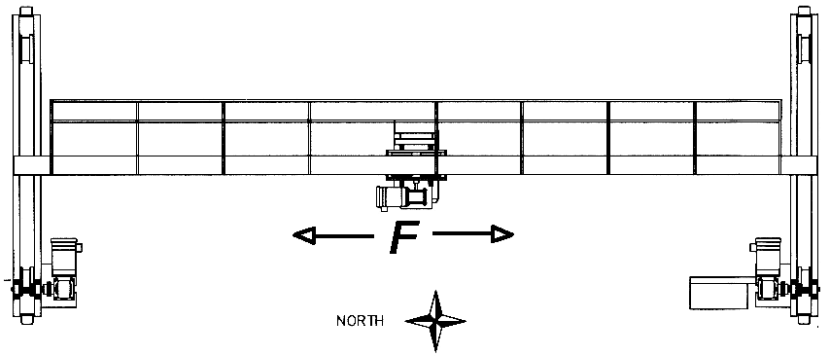



Figura 30. Puente Grúa

***Datos***

$Vx := 13.8 \frac{m}{min}$ $\qquad Vx = 230.00 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$

$d2 := 12.8m - (2 \cdot 0.8m)$ $\qquad d2 = 11.20 \times 10^{0} m$

$Nr := 4$ Número de rueda

$Pl := 200kgf$

$Pg := 500kgf$

**Carga total (Ct)** $\quad Ct := Tc + Pl + Pg$ $\qquad Ct = 35.09 \times 10^{3} N$

**Coeficiente Estático (µ)** $\quad \mu := 0.015$

$t2 := \frac{d2}{Vx}$ $\qquad t2 = 48.70 \times 10^{0} s$

$a := \frac{Vx}{t2}$ $\qquad a = 4.72 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2}$

**Trabajo realizado en eje X (Tx)**

$Tx := Ct \cdot \mu \cdot Nr$ $\qquad Tx = 2.11 \times 10^{3} N$

$Ttx := Tx \cdot d2$ $\qquad Ttx = 23.58 \times 10^{3} J$

**Potencia del motor:**

$Pmx := \frac{Ttx}{t2}$ $\qquad Pmx = 484.25 \times 10^{0} W$

$hp_1 := \frac{Pmx}{745W}$ $\qquad hp_1 = 162.50 \times 10^{-3}$

$P_1 := \frac{Pmx}{1000W}$ $\qquad P_1 = 484.25 \times 10^{-3}$ Kw/h

**Coeficiente Cinético**

$\mu := 0.009$

$Tx := Ct \cdot \mu \cdot Nr$ $\qquad Tx = 1.26 \times 10^{3}\,\mathrm{N}$

$Tt := d2 \cdot Tx$ $\qquad Tt = 14.15 \times 10^{3}\,\mathrm{J}$

**Potencia motor (Pm)**

$Pm := \frac{Tt}{t2}$ $\qquad Pm = 290.55 \times 10^{0}\,\mathrm{W}$

$hp_2 := \frac{Pm}{745W}$ $\qquad hp_2 = 390 \times 10^{-3}$

$P_2 := \frac{Pmx}{1000W}$ $\qquad P_2 = 484.25 \times 10^{-3}$ Kw/h

$Pmax := hp_1$ $\qquad Pmax = 650 \times 10^{-3}$

Trabajo del puente grúa eje Y (Figura 31), el cual se desplaza sobre las vigas carrileras movido por dos polipastos ubicados en cada extremo del mismo, que traslada la carga desde la parte frontal hasta la parte posterior del nave, la velocidad de recorrido es de 19,2m/min..

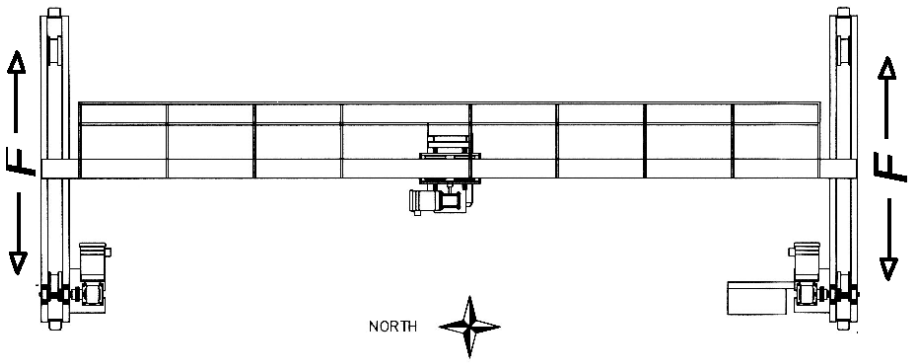



Figura 31. Puente Grúa

Datos:

Vy = velocidad eje Y

dy = longitud de viga carrilera

Ppg = peso del puente grúa

Ctt = carga total

$Vy := 19.8 \frac{m}{min}$ $\qquad Vy = 330.00 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$

$dy := 28.5m - 1.8m$ $\qquad dy = 26.70 \times 10^{0} m$

$d2 := 12.8m$

$Nr := 4$ Número de ruedas

$Perf := 155 \frac{kgf}{m}$

$Ppg := d2 \cdot Perf$ $\qquad Ppg = 19.46 \times 10^{3} N$

$Ctt := Ct + 2Pt + Ppg$ $\qquad Cty = 64.35 \times 10^{3} N$

$mp := \frac{Ctt}{g}$ $\qquad mp = 6.57 \times 10^{3} kg$

$t3 := \frac{d2}{Vy}$ $\qquad t3 = 80.91 \times 10^{0} s$

$a := \frac{Vy}{t3}$ $\qquad a = 4.08 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2}$

**Coeficiente Estático** $\mu := 0.015$

$F := a \cdot m + \mu \cdot Ctt$ $\qquad F = 1.02 \times 10^{3} N$

$Tx := Fp \cdot d2$ $\qquad Tx = 13.07 \times 10^{3}\,J$

**Potencia motor (Rmy)**

$Pmy := \frac{Tx}{t3}$ $\qquad Pmy = 336.99 \times 10^{0}\,W$

$hp_3 := \frac{Pmy}{745W}$ $\qquad hp_3 = 452.33 \times 10^{-3}$

$P_3 := \frac{Pmy}{1000W}$ $\qquad P_3 = 336.99 \times 10^{-3}$ Kw/h

**Coeficiente Cinético**

$\mu := 0.009$

$Fe := \mu \cdot Ctt$ $\qquad Fe = 579.18 \times 10^{0}\,N$

$Fp := F + Fe$ $\qquad Fp = 635.05 \times 10^{0}\,N$

$Tx := Fp \cdot d2$ $\qquad Tx = 8.13 \times 10^{3}\,J$

**Potencia motor (Rmy)**

$Pmy := \frac{Tx}{t3}$ $\qquad Pmy = 209.57 \times 10^{0}\,W$

$hp_3 := \frac{Pmy}{745W}$ $\qquad hp_3 = 281.3 \times 10^{-3}$

$P_3 := \frac{Pmy}{1000W}$ $\qquad P_3 = 209.57 \times 10^{-3}$ kw/h

Selección de equipos para la instalación de la planta procesadora de columnas de hierro para la construcción civil de viviendas.

**Se necesita una grúa de 3.5 ≈ 4hp, para realizar el trabajo requerido.**

De acuerdo a lo calculado se ha seleccionado los siguientes componentes:

**Polipasto**

- Tipo de polipasto: Eléctrico de cadena
- Velocidad de izamiento del polipasto: 5.5 Metros / minuto
- Marca del polipasto: NITCHI Modelo: MHE5030
- Máxima Capacidad de Izamiento del gancho: 6,5 metros
- Potencia: 3kw

**Existen dos tipos de polipastos eléctricos:**

- Cadena
- Cable

Escogimos el polipasto con cadena por algunas razones:

- El precio es más económico que con cable.
- El trabajo que va a realizar las grúas para la descarga de materia prima, almacenamiento y carga del producto terminado en ninguno de estos procesos requiere de mayor precisión; contrariamente el polipasto a cable que es para trabajos que exigen mucha precisión.
- La velocidad del polipasto es el recomendado para nuestro trabajo.
- La marca NITCHI de Japón es muy reconocida en el campo de grúas y asegura un producto de calidad para el esfuerzo al que estarán sometidos los equipos.
- La capacidad de Izamiento del gancho (altura máxima) que tiene que llegar la carga y no puede rebasar los 6 metros ya que más arriba de eso pueden sufrir daños en su estructura.
- Una ventaja de este tipo de grúa a cadena es que el polipasto tiene dos frenos, uno eléctrico de disco y otro mecánico tipo Weston, que sostiene la carga en caso de que el primero falle. No hay posibilidad de que la carga caiga.
- Por el contrario el gancho no se mueve lateralmente mientras levanta o baja, al enrollar la cadena. (No provoca ningún problema en nuestro proceso de fabricación).

Además el polipasto tiene interruptor límite de sobrecarga, lo que nos brinda seguridad para prevenir daños en el polipasto.

**Carro del polipasto (Trole)**

- Tipo de polipasto: Eléctrico caja reductora de piñones, 4 ruedas de acero.
- Potencia: 1/2 hp
- Tipo de carro: Motorizado
- Velocidad de traslación del carro: 13.8 Metros / minuto
- El carro se traslada: Enganchando de la viga principal.
- Los rodamientos son sellados y por ello no necesitan lubricación.
- Los frenos son mecánicos.

**Carros de traslación (Carros Testeros)**

- Tipo de polipasto: 2 motoresEléctricos caja reductora de piñones, 4 ruedas de acero dos a cada extremo.
- Potencia: 1/3 hp cada uno
- Forma de traslación del puente: Motorizado
- Velocidad de traslación del puente: 19.8 Metros / minuto
- Los rodamientos son sellados y por ello no necesitan lubricación.
- Los frenos son mecánicos.
- Tamaño del riel recomendado: ASCE Riel # 30, o barra cuadrada de 50 x 50 mm.

**Electrificaciones**

Tipo de electrificación del puente #4: Cable plano tipo festón colgado de riel galvanizado en C (Figuras 32 y 33).

- Ubicación de la botonera: Independiente del polipasto
- Tipo de electrificación de la vía carrilera #5: Cuatro (4) líneas de barra sólida

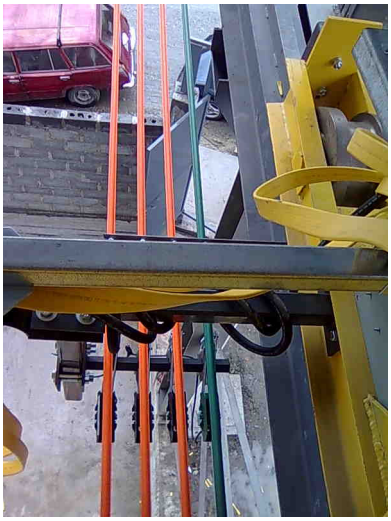


Figura 32. Alimentación de la grúas L1 L2 L3 N

Figura 33. Sistema alimentación de la grúas

La botonera tiene 8 contactos, con botón de emergencia y de desconexión de encendido y apagado.

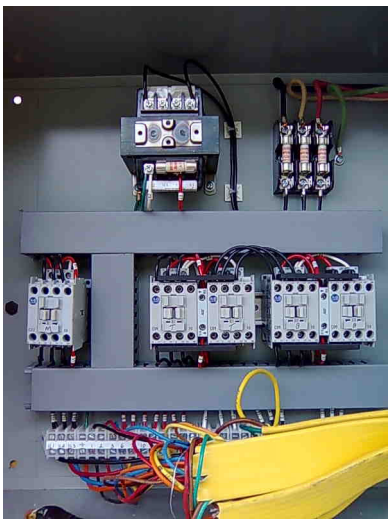


Figura 34. Caja de control de la grúa

La caja de control (Figura 34) cuenta con protección térmica y fusibles de sobrecarga para todos los todos los motores.

La electrificación del puente es del tipo Loop, tipo de electrificación comúnmente usado que consiste en un cable eléctrico colgando de un alambre de acero templado de testero a testero. Está alternativa es más económica. La electrificación de la vía carrilera a lo largo de la nave, está conformada por cuatro barras sólidas revestidas, 3 para las fases y una para el neutro. Este tipo de electrificación es muy seguro por estar cada barra revestida de un aislante plástico que impide la posibilidad de que se presente una electrocución o un cortocircuito accidental que podría ocasionar incluso la muerte.

**Parte Mecánica**

**Diseño estructural de la nave industrial**

**Diseño del puente grúa**

Para el diseño del puente grúa se considera el cálculo realizado anteriormente de la trabajo o tensión máxima que realiza la cadena $Pz = 2.88 \times 10^3 \text{kg}$ a esta carga se le suma el peso del mecanismo de elevación y traslación.

Entonces:

Pc = Peso de la carga calculada

F1 = Carga que soporta el puente grúa

Pg = Peso de la grúa

Pl = Peso del polipasto.

E = Módulo de elasticidad del acero

d2 = Longitud del puente grúa

d1 = Centro de gravedad (d2/2)

R1 = Reacción

R2 = Reacción

Datos:

Pc= 2883kg
E = 2100000kg/cm2
Pg = 300kg
d1 = 6.40m
Pl = 200kg
d2 = 12.80m

$F_1 := Pc + Pg + Pl$ $\qquad$ $F_1 = 3.43 \times 10^3\, kg$

Calculo de reacciones en los puntos A y B del puente grúa (Figura 35).

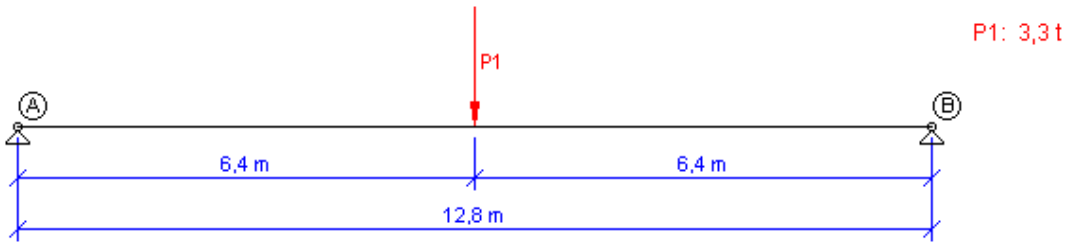



Figura 35. Puente Grúa

$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 - F_1 + R_2 = 0$$

$$R_1 + R_2 = F_1$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$R_1 * 0 - F_1 * d_1 + R_2 d_2 = 0$$

$$R_2 := \frac{(F_1 \cdot d_1)}{d_2} \qquad R_2 = 1.72 \times 10^3\, kg$$

$$R_1 := F_1 - R_2 \qquad R_1 = 1.72 \times 10^3\, kg$$

**Estudio de momentos flectores (Mf)**

$$0 \le X \le 640\text{cm}$$

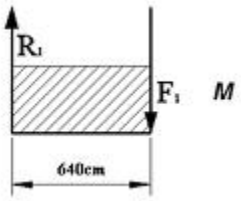



Figura 36. Momentos Flectores

$$Mf1 := R_1 \cdot d_1 \qquad Mf1 = 10.98 \times 10^3\, m \cdot kg$$

**Diagrama de fuerza cortante**

$$R_1 = 1.72 \times 10^3\, kg \qquad R_2 = 1.72 \times 10^3\, kg$$

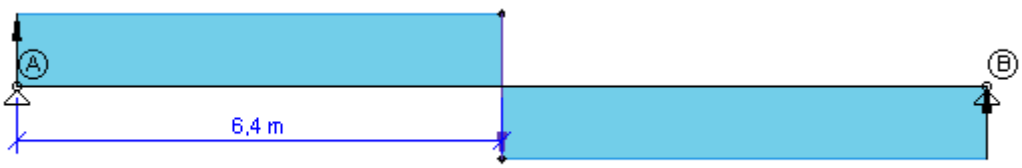
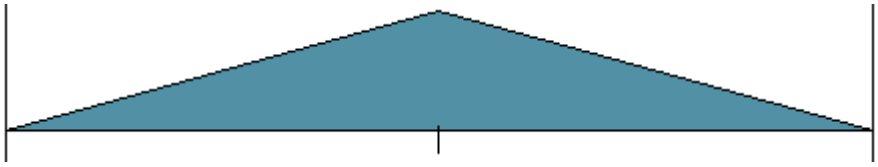



Figura 37. Diagrama de Fuerza Cortante

**Diagrama de Momento Flector**

$$Mf1 = 10.98 \times 10^3\, m \cdot kg$$



$$d_1 = 6.4\, m$$

Figura 38. Diagrama de Momento Flector

**Dimensionamiento del puente grúa**

**Cálculo estructural de la viga y selección del perfil**

Para el diseño de la viga del puente grúa se asume que las cargas son distribuidas de forma homogénea en cada una de las ruedas del trole en contacto con la viga carrilera, debido que el sistema a diseñar es a flexión.

Cálculo del momento flector máximo, teniendo en cuenta la fatiga de flexión admisible según el tipo de acero.

Donde,

Deformación admisible para acero A36 ( $\sigma$) $\sigma := 1500 \frac{kg}{cm^2}$

Constante conversión m3 a cm3 (k) $k := \frac{1000000}{m^3}$

Modulo resistente, en cm3 (w)

Cálculos:

$w := \frac{Mf1}{\sigma}$ w = 731.73 x 10-3m3 = 731.73cm3

Obtenido el modulo de resistencia (w) en el eje Y del perfil y por medio del uso de catálogos convencionales de perfiles de acero, se escoge la viga según el diseño o perfil necesario para el trabajo requerido.

| Designación Métrica | h mm | b mm | s mm | t mm | r mm | A cm2 | M Kg/m | Ix cm4 | Iy cm4 | Wx cm3 | Wy cm3 | ix cm | iy cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W x 200 x 200 x 86 | 222 | 209 | 13 | 20,6 | 10 | 110 | 86 | 9467 | 3138 | 853 | 300 | 9,26 | 5,33 |

Tabla 2. Datos del perfil

Perfil seleccionado W 200 x 200 x 86

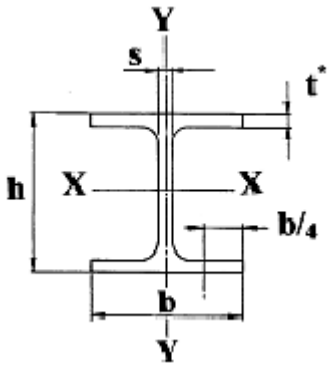



Figura 39. Perfil W

**Datos del perfil**

El momento de inercia es una magnitud escalar que refleja la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas en rotación, respecto al eje de giro. El momento de inercia sólo depende de la geometría del cuerpo y de la posición del eje de giro

Altura h $h := 222mm$

Base b $b := 209mm$

Espesor en y s $s := 13mm$

Espesor en x s $t := 20.6mm$

Flecha r $r := 10mm$

Área del perfil (Ap) $Ap := 110.4cm^2$

Peso por metro lineal $q2 := 86\frac{kg}{m}$

Momento de inercia eje X. $Ix := 9467cm^4$

Momento de inercia eje Y $Iy := 3138cm^4$

Modulo resistente wx $wx := 852.9cm^3$

Modulo resistente wy $wy := 300.3cm^3$

Radio ix $ix := 9.26cm$

Radio iy $iy := 5.33cm$

Tensión de rotura para el acero A36. $\sigma rot := \frac{4100kg}{cm^2}$

**Peso del puente grúa (F2)** $F_2 := q2 \cdot d_2$ $F_2 = 1.1 \times 10^3 kg$

Estudio de reacciones cuando la carga esta en el centro del puente considerando el peso del perfil del puente grúa, la carga y el peso del trole con mecanismos.

Datos : Pt = 250kg

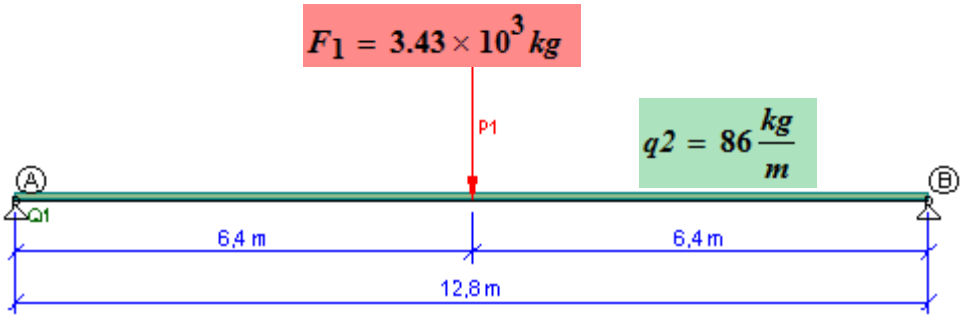



Figura 40. Puente Grúa

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_1 + F_2 + F_1 - R_2 = 0$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$Ra := \frac{F_2 \cdot d_1 + F_1 \cdot d_1}{d_2} \qquad Ra = 2.27 \times 10^3\, kg$$

$$Fr := F_1 + F_2 \qquad Fr = 4.53 \times 10^3\, kg$$

$$Rb := Fr - Ra \qquad Rb = 2.27 \times 10^3\, kg$$

**Estudio de momentos flectores por secciones**

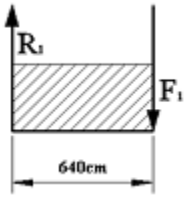



Figura 41. Momentos Flectores

$$Mf2 := Ra \cdot d_1 - q2 \frac{(d_1)^2}{2} \qquad Mf2 = 12.74 \times 10^3\, m \cdot kg$$

**Diagrama de fuerza cortante**

$$Ra = 2.27 \times 10^3\, kg \qquad Rb = 2.27 \times 10^3\, kg$$

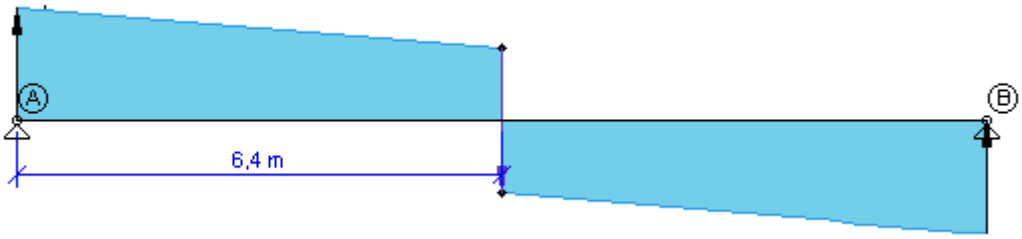



Figura 42. Diagrama de Fuerza Cortante

**Diagrama de Momento Flector**

$$Mf2 = 12.74 \times 10^{3}\, m \cdot kg$$

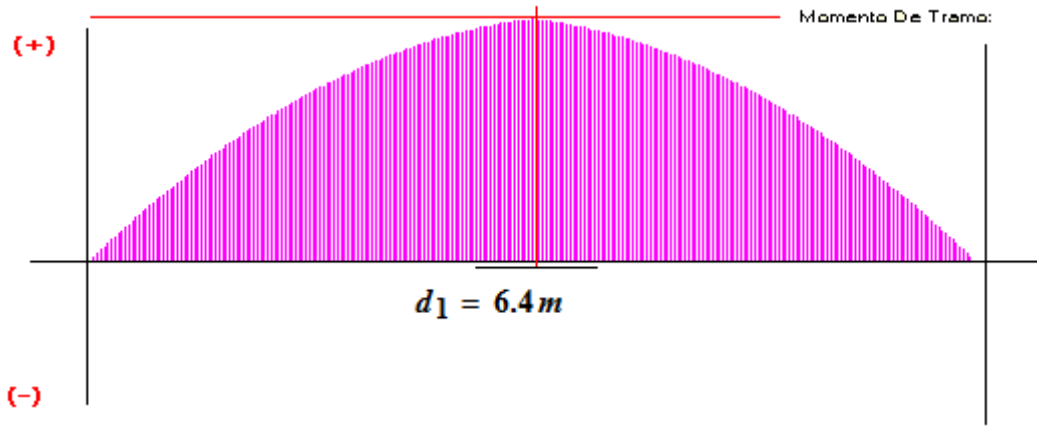



Figura 43. Diagrama de Momento Flector

Datos

Para el acero A36 donde $\sigma rot = 41 \times 10^{6} \frac{kg}{m^{2}}$

Modulo resistente

$w2 := \frac{Mf2}{\sigma}$ $\qquad w2 = 849.15 \times 10^{-6}\, m^{3}$

**Tensión máxima**

$\sigma c := \frac{\sigma rot}{1.5}$ $\qquad \sigma c = 27.333 \times 10^{6} \frac{kg}{m^{2}}$

**Factor de seguridad**

$\sigma 1 := \frac{Mf2}{w}$ $\qquad \sigma 1 = 17.41 \times 10^{6} \frac{kg}{m^{2}}$

$Cs := \frac{\sigma c}{\sigma 1}$ $\qquad Cs = 1.57$

Para obtener el desplazamiento de la viga con la carga en el centro se realiza el cálculo por secciones.

Datos:

$$Ra = 2.27 \times 10^{3}\, kg$$

$$E = 21 \times 10^{9}\, \frac{kg}{m^{2}}$$

$$q2 = 86\, \frac{kg}{m}$$

$$Ix = 94.67 \times 10^{-6}\, m^{4}$$

$$x := 0 \qquad y := 0 \qquad C_2 := 0$$

$$EI \cdot \frac{dy^{2}}{dx^{2}} := Ra \cdot x - q2 \cdot \frac{x^{2}}{2}$$

$$EIy := Ra \cdot \left(\frac{x^{3}}{6}\right) - q2 \cdot \left(\frac{x^{4}}{24}\right) + C_1 \cdot x + C_2$$

$$x := 12.8m \qquad y := 0$$

$$C_1 := \frac{-\left[Ra \cdot \left(\frac{x^{3}}{6}\right) - q2 \cdot \left(\frac{x^{4}}{24}\right)\right]}{x} \qquad C_1 = -54.35 \times 10^{3}\, m^{2} \cdot kg$$

$$x := 6.4m$$

Despejamos y

$$y := Ra \cdot \left(\frac{x^{3}}{6}\right) - q2 \cdot \left(\frac{x^{4}}{24}\right) + C_1 \cdot x \qquad y = -254.85 \times 10^{3}\, m^{3} \cdot kg$$

Producto del modulo de elasticidad por Momento de inercia en x

$$E \cdot Ix = 1.99 \times 10^{6} m^{2} \cdot kg$$

Cálculo**y** máximo

$$ymax := \frac{y}{E \cdot Ix} \qquad ymax = -128.19 \times 10^{-3} m$$

$$ymax \cdot \frac{1000}{m} = -128.19$$

La flecha máxima del perfil según la norma es:

$$fmax := \frac{-d_2}{500} \qquad fmax = -25.6 \times 10^{-3} m$$

$$fmax \cdot \frac{1000}{m} = -25.6$$

Condición que el desplazamiento de ymax<= fmax

El perfil calculado tiene como modulo resistente $w = 731.73 \times 10^{-6} m^{3}$ , lo que en el catálogo coincide con el perfil w 200 x 200 x 52 que tiene un $wx = 852.9 \times 10^{-6} m^{3}$ , pero al verificar la flecha máxima, el perfil no cumple con el normativo, lo que hace que se calcule con un perfil de modulo resistente mayor; pare ello se escoge el perfil w 460 x 190 x 106

[redacted]

Tabla 3. Datos del perfil

Perfil seleccionado 460 x 190 x 106

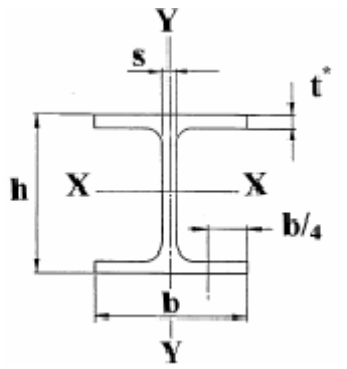



Figura 44. Perfil W

Datos del perfil

Altura h $h := 469mm$

Base b $b := 194mm$

Espesor en y s $s := 12.6mm$

Espesor en x s $t := 20.6mm$

Flecha r $r := 10mm$

Área del perfil (Ap) $Ap := 134.6cm^2$

Peso por metro lineal $q_2 := 106 \frac{kg}{m}$

Momento de inercia eje X. $Ix := 48790cm^4$

Momento de inercia eje Y $Iy := 2515cm^4$

Modulo resistente wx $wx := 2081cm^3$

Modulo resistente wy $wy := 259.2cm^3$

Radio ix $ix := 19.04cm$

Radio iy $iy := 4.32cm$

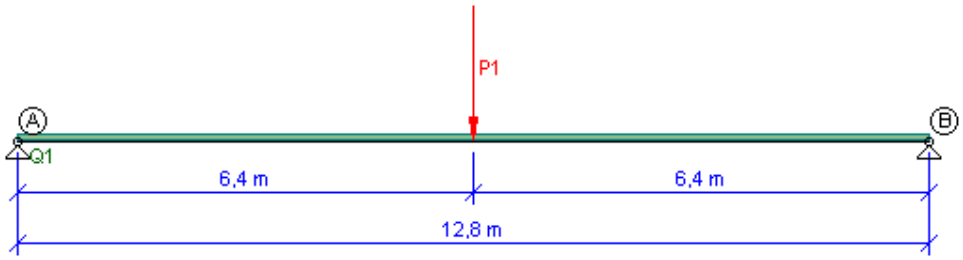
Peso del puente grúa ($F_2$) $F_2 := q_2 \cdot d_2$ $F_2 = 1.36 \times 10^3 kg$

Estudio de reacciones cuando la carga esta en el centro del puente considerando el peso del perfil del puente grúa, la carga y el peso del trole con mecanismos.

***DATOS***

$Pt := 250kg$ $d_1 = 6.4m$ $d_2 = 12.8m$

$F_1 = 3.43 \times 10^3 kg$ $q_2 = 106 \frac{kg}{m}$




***Ra*** ***Rb***

Figura 45. Puente Grúa

$\sum F_y = 0$

$\sum M_{R1} = 0$

$-R_1 + F_2 + F_1 - R_2 = 0$

$Ra := \frac{F_2 \cdot d_1 + F_1 \cdot d_1}{d_2}$ * $Ra = 2.39 \times 10^3 kg$

$Fr := F_1 + F_2$ $Fr = 4.79 \times 10^3 kg$

$Rb := Fr - Ra$ $\qquad$ $Rb = 2.39 \times 10^3\, kg$

Estudio de momentos flectores por secciones

$0 \le X \le 640cm$

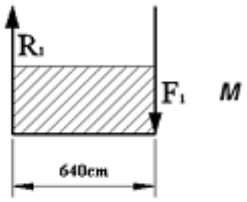



Figura 46. Momentos Flectores

$$Mf3 := Ra \cdot d_1 - q_2 \frac{(d_1)^2}{2}$$

$$Mf3 = 13.15 \times 10^3\, m \cdot kg$$

Diagrama de fuerza cortante

$Ra = 2.39 \times 10^3\, kg$ $\qquad$ $Rb = 2.39 \times 10^3\, kg$

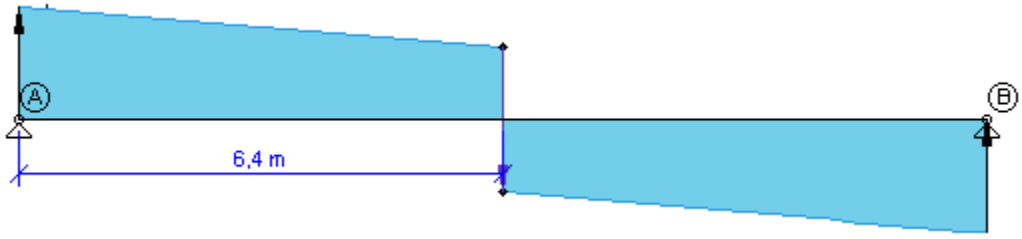
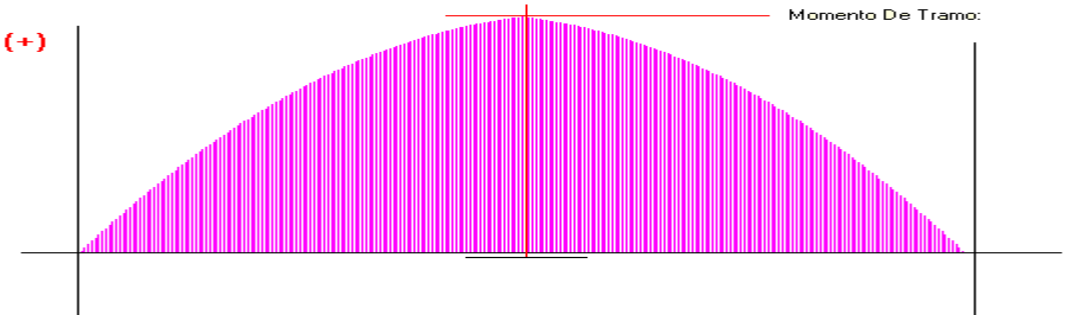



Figura 47. Diagrama de Fuerza Cortante

Diagrama de Momento Flector

$$Mf3 = 13.15 \times 10^3\, m \cdot kg$$




d1= 6,40 m

Figura 48. Diagrama de Momento Flector

Calculo del modulo resistente tomando en cuenta todos los mecanismo alojados en el puente grúa

$$w3 := \frac{Mf3}{\sigma} \qquad w3 = 876.46 \times 10^{-6}\, m^3$$

$$\sigma c = 27.333 \times 10^{6}\, \frac{kg}{m^2}$$

**Tensión máxima**

**Factor de seguridad**

El método de cálculo fundamental y más difundido de los Coeficientes de Seguridad es elbasado en las tensiones. Según este método, el cálculo de la resistencia se realiza controlando el valor de la tensión máxima que se produce en cierto punto de una estructura. La tensión máxima de trabajo no debe superar cierto valor.

$$\sigma 1 := \frac{Mf2}{w3} \qquad \sigma 1 = 14.53 \times 10^{6}\, \frac{kg}{m^2}$$

$$Cs := \frac{\sigma c}{\sigma 1} \qquad Cs = 1.88$$

Desplazamiento de la viga con la carga en el centro

Calculo por secciones

$$x := 0; \qquad y := 0; \qquad C_2 := 0$$

$$EI \cdot \frac{dy^2}{dx^2} := Ra \cdot x - Pvm \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$EI \cdot \frac{dy}{dx} := Ra \cdot \left(\frac{x^2}{2}\right) - Pvm \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) + C_1$$

$$EIy := Ra \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - Pvm \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right) + C_1 \cdot x + C_2$$

$x := 12.8m$; $y := 0$

$$C_1 := \frac{-\left[Ra \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q_2 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right)\right]}{x} \qquad C_1 = -56.09 \times 10^3 m^2 \cdot kg$$

$x := 6.4m$

Despejamos y

$$y := Ra \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q_2 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right) + C_1 \cdot x \qquad y = -261.84 \times 10^3 m^3 \cdot kg$$

Modulo de elasticidad por Momento de inercia en x $\quad E \cdot Ix = 10.25 \times 10^6 m^2 \cdot kg$

Cálculo **y** máximo

$$ymax := \frac{y}{E \cdot Ix} \qquad ymax = -25.56 \times 10^{-3} m$$

$$ymax \cdot \frac{1000}{m} = -25.56 \quad mm$$

La flecha máxima del perfil según la norma es:

$$f := \frac{-d_2}{500} \qquad f = -25.6 \times 10^{-3} m$$

$$f \cdot \frac{1000}{m} = -25.6 \quad mm$$

Estudio de reacciones cuando la carga esta a 11.2m de carrera del puente grúa tomando en cuenta el paso del puente y la carga de 3 toneladas para el calculo de la viga carrilera.

Datos:

$$d_1 := 11.2m$$

$$F_1 = 3.43 \times 10^3 kg$$

$$d_2 = 12.8m$$

$$q_2 = 106 \frac{kg}{m}$$

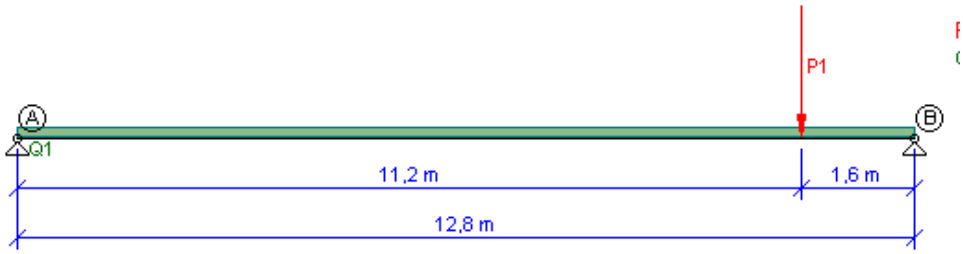



Figura 49. Puente Grúa

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_1 + F_2 + F_1 - R_2 = 0$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$R_1 * 0 - F_2 * d1 - F_1 * d1 + R_2 d2 = 0$$

$$R_4 := \frac{\left[\left(F_1 \cdot d_1\right) + \left[F_2 \cdot d_2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)\right]\right]}{d_2}$$

$$R_4 = 3.68 \times 10^3 kg$$

$$R_3 := Fr - R_4$$

$$R_3 = 1.11 \times 10^3 kg$$

Para el diseño de la viga carrilera se considera el peso de la viga del puente grúa (perfilW 460 x 190 x 106), la carga máxima calculada y el peso de los equipos que están alojados en el puente grúa ($F_1 = 3.43 \times 10^3 kg$), la carga es distribuida a cada una de

las ruedas del trole en contacto con la viga carrilera, el sistema a diseñar es a flexión, se calcula la reacción bajo cada una de las ruedas del trole, se toma la ( $R_4 = 3.68 \times 10^3 kg$ ) por ser la máxima carga que se transmite hacia el trole y por ende a la viga carrilera.

Datos:

$$F_3 := R_4 + Pt$$

$$d_3 := 0.9m$$

$$F_4 := 100kg$$

$$d_4 := 1.8m$$

$$Pt = 250kg$$

$$F_4 = 100kg \qquad F_3 = 3.93 \times 10^3 kg$$

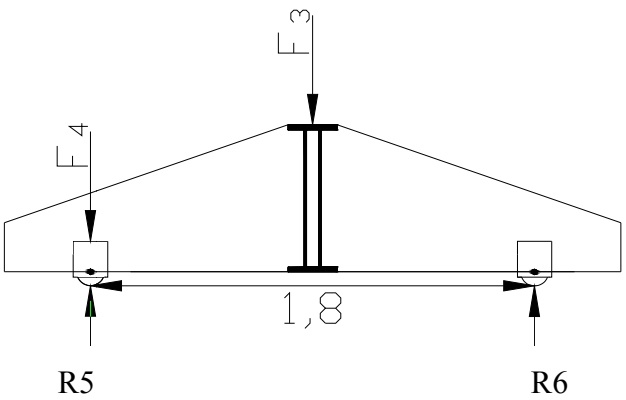



Figura 50. Carro de traslación

$$\sum F_y = 0$$

$$R_4 + F_4 - F_3 + R_2 = 0 \qquad R_4 + R_2 = -F_4 + F_3$$

$$\sum M_{R4} = 0$$

$$-F_3 * d_3 + R_5 * d_4 = 0$$

$R_5 := \frac{F_3 \cdot d_3}{d_4}$ $\qquad R_5 = 1.96 \times 10^3 kg$

$Fr2 := F_3 + F_4$ $\qquad Fr2 = 4.03 \times 10^3 kg$

$R_6 := Fr2 - R_5$ $\qquad R_6 = 2.06 \times 10^3 kg$

**Diseño de la viga carrilera**

Cálculo estructural de la viga y selección del perfil

donde:

Longitud de la viga (d3) $\qquad d_3 := 4.175m$

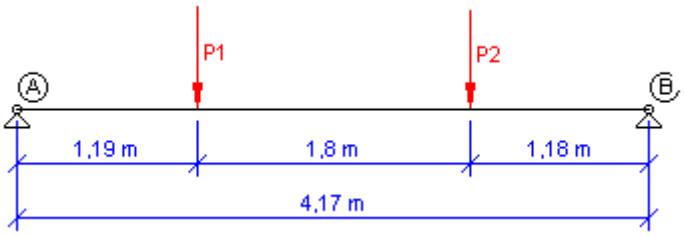
Distancia entre ejes (l1) $\qquad d_4 := 1.8m$

Distancia entre ejes (l1) $\qquad d_5 := 1.19m$

Fuerza en la rueda 1 ($F_5$) $\qquad F_5 := R_6$

Fuerza en la rueda 2 ($F_6$) $\qquad F_6 := R_5$

$F_5 = 2.06 \times 10^3 kg$ $\qquad F_6 = 1.96 \times 10^3 kg$




R7 R8

Figura 51. Puente Grúa

$\sum F_y = 0$

$R_6 - F_5 + R_7 - F_6 = 0$ $\qquad R_6 + R_7 = F_5 + F_6$

$\sum M_{R1} = 0$

$-F_5 * d_5 - F_6 * (d_4 + d_5) + R_7 d_5 = 0$

Para el cálculo del momento flector se considera a la F5 y F6 como una sola fuerza aplicada en el centro de la viga carrilera y se considera la reacción mayor.

$d_5 = 1.19m$ ; $d_4 = 1.8m$ ; $d_3 = 4.17m$

$$R_8 := \frac{F_5 \cdot d_5 + F_6 \cdot (d_4 + d_5)}{d_3} \qquad R_8 = 2 \times 10^3 kg$$

$$R_7 := Fr2 - R_8 \qquad R_7 = 2.03 \times 10^3 kg$$

**Momento flector (Mf2)** $Mf4 := R_7 \cdot \frac{d_3}{2}$ $\qquad Mf4 = 4.25 \times 10^3 m \cdot kg$

Diagrama de fuerza cortante

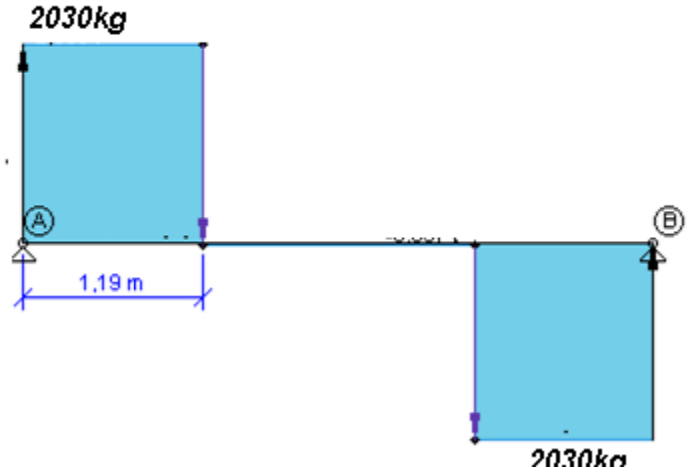



Figura 52. Diagrama de Fuerza Cortante

Diagrama de Momento Flector

$$Mf4 = 4.25 \times 10^3 m \cdot kg$$

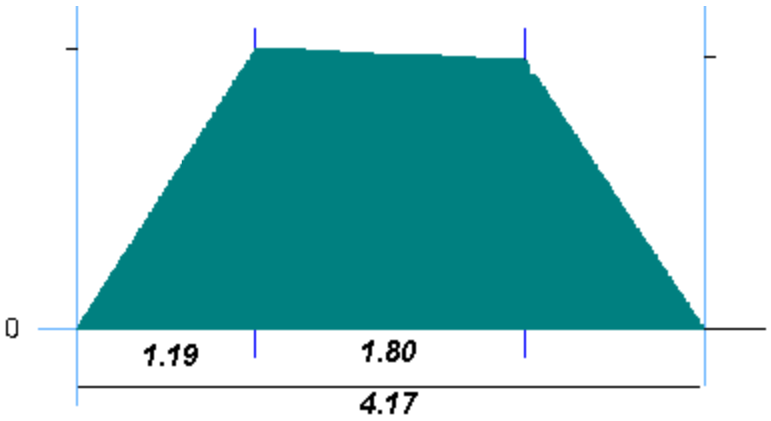



Figura 53. Diagrama de Momento Flector

**Modulo resistente, en cm3 (w2)**

$$w4 := \frac{Mf4}{\sigma} \qquad w4 = 283.06 \times 10^{-6}\, m^3$$

$$w4 \cdot k = 283.06 \quad cm^3$$

Obtenido el modulo de resistencia (w) en el eje Y del perfil y por medio del uso de catálogos convencionales de perfiles de acero, se escoge la viga según el diseño o perfil necesario para el trabajo requerido.

[redacted]

Tabla 4. Datos del perfil

Perfil seleccionado 200 x 135 x 31.3

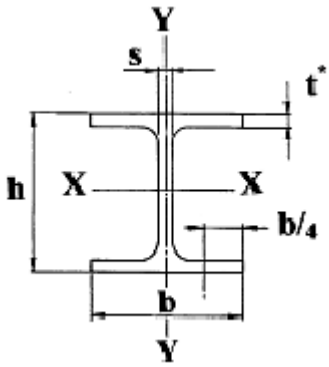


Figura 54. Perfil W

Datos del perfil

El momento de inercia es una magnitud escalar que refleja la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas en rotación, respecto al eje de giro. El momento de inercia sólo depende de la geometría del cuerpo y de la posición del eje de giro

| | |
|---|---|
| Altura h | $h := 210mm$ |
| Base b | $b := 134mm$ |
| Espesor en y s | $s := 6.4mm$ |
| Espesor en x s | $t := 10.2mm$ |
| Flecha r | $r := 8mm$ |
| Área del perfil (Ap) | $Ap := 39.92cm^2$ |
| Peso por metro lineal | $q3 := 31.3\frac{kg}{m}$ |
| Momento de inercia eje X. | $Ixv := 3139cm^4$ |
| Momento de inercia eje Y | $Iyv := 409.6cm^4$ |
| Modulo resistente wx | $wx := 298.9cm^3$ |
| Modulo resistente wy | $wy := 61.13cm^3$ |
| Radio ix | $ix := 8.87cm$ |
| Radio iy | $iy := 3.2cm$ |
| Área del perfil (Apv) | $Avc := 110.4cm^2$ |

Peso de la viga carrilera $Pvc := q3 \cdot d_3$ $Pvc = 130.68kg$

$F_5 = 2.06 \times 10^3 kg$

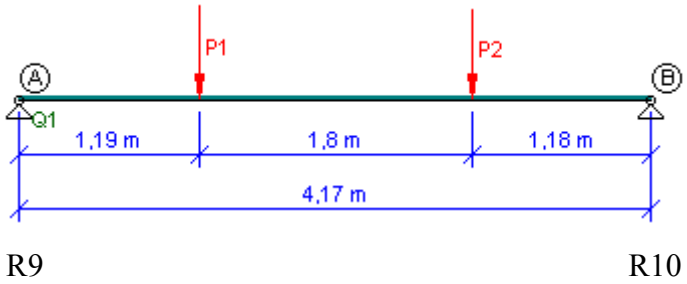



Figura 55. Viga carrilera

$d_5 = 1.19m$ ; $d_4 = 1.8m$ ; $d_3 = 4.17m$

$$R_{10} := \frac{Pvc}{2} + \frac{F_5 \cdot d_5 + (d_3 - d_5) \cdot F_6}{d_3} \qquad R_{10} = 2.06 \times 10^3 kg$$

$$Fr := F_5 + F_6 + Pvc \qquad Fr = 4.16 \times 10^3 kg$$

$$R_9 := Fr - R_{10} \qquad R_9 = 2.1 \times 10^3 kg$$

Momento flector (Mf5)

$$Mf5 := R_9 \cdot \frac{d_3}{2} \qquad Mf5 = 4.39 \times 10^3 m \cdot kg$$

Diagrama de fuerza cortante

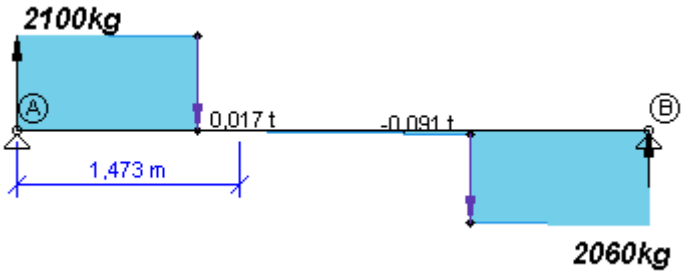



Figura 56. Diagrama de Fuerza Cortante

Diagrama de Momento Flector

$$Mf5 = 4.39 \times 10^3 m \cdot kg$$

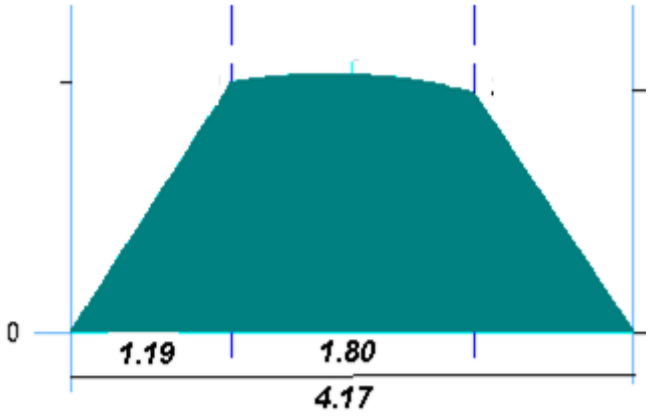



Figura 57. Diagrama de momento Flector

Calculo del modulo de resistencia (w)

$$w5 := \frac{Mf5}{\sigma} \qquad w5 = 292.48 \times 10^{-6} m^3$$

Factor de seguridad

$$\sigma 1 := \frac{Mf5}{w5} \qquad \sigma 1 = 15 \times 10^6 \frac{kg}{m^2}$$

$$Cs := \frac{\sigma c}{\sigma 1} \qquad Cs = 1.82$$

Desplazamiento de la viga con la carga en el centro

Calculo por secciones

$$R_9 = 2.1 \times 10^3 kg \; ; \qquad q3 = 31.3 \frac{kg}{m} \; ; \qquad d_3 = 4.17 m$$

$$EI \cdot \frac{dy^2}{dx^2} := R_9 \cdot x - q3 \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$EI \cdot \frac{dy}{dx} := R_9 \cdot \left(\frac{x^2}{2}\right) - q3 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) + C_1$$

$$EIy := R_9 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q3 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right) + C_1 \cdot x + C_2$$

$x := 0;$ $y := 0;$ $C_2 := 0$

$$C_1 := \frac{-\left[R_9 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q3 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right)\right]}{x} \qquad C_1 = -6.01 \times 10^3\, m^2 \cdot kg$$

$x := 2.0875m$

Calculo **y**

$$y := R_9 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q3 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right) + C_1 \cdot x \qquad y = -9.39 \times 10^3\, m^3 \cdot kg$$

Calculo de desplazamiento en **y**máximo

$$ymax := \frac{y}{E \cdot Ixv} \qquad ymax = -14.24 \times 10^{-3}\, m$$

$$ymax \cdot \frac{1000}{m} = -14.24 \quad mm$$

La flecha máxima de giro del perfil según la norma

$$fmax := \frac{-d_3}{500} \qquad fmax = -8.35 \times 10^{-3}\, m$$

$$fmax \cdot \frac{1000}{m} = -8.35$$

El perfil calculado tiene como $w2 = 849.15 \times 10^{-6}\, m^3$ , lo que en el catálogo coincide con el perfil w 200 x 135 x 31.3 que tiene un $wx = 298.9 \times 10^{-6}\, m^3$ , pero al verificar la flecha máxima del perfil, no cumple con el normativo, lo que hace que se calcule con otro perfil que es el w 200 x 200 x 59

[redacted]

Tabla 5. Datos del perfil

Perfil seleccionado W 200 x 200 x 59

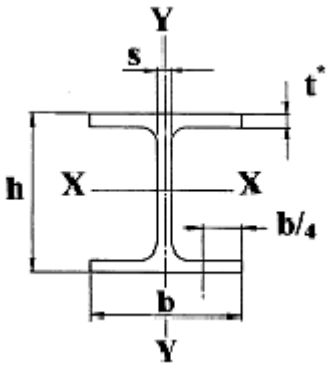



Figura 58. Perfil W

Datos del perfil

El momento de inercia es una magnitud escalar que refleja la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas en rotación, respecto al eje de giro. El momento de inercia sólo depende de la geometría del cuerpo y de la posición del eje de giro

| | |
|---|---|
| Altura h | $h := 210mm$ |
| Base b | $b := 205mm$ |
| Espesor en y s | $s := 9.1mm$ |
| Espesor en x s | $t := 14.2mm$ |
| Flecha r | $r := 10mm$ |
| Área del perfil (Ap) | $Ap := 75.68cm^2$ |
| Peso por metro lineal | $q4 := 59\frac{kg}{m}$ |
| Momento de inercia eje X. | $Ixy := 6113cm^4$ |

Momento de inercia eje Y $Iyv := 2040cm^4$

Modulo resistente wx $wx := 582.2cm^3$

Modulo resistente wy $wy := 199.1cm^3$

Radio ix $ix := 8.99cm$

Radio iy $iy := 5.19cm$

Área del perfil (Apv) $Avc := 110.4cm^2$

Peso de la viga carrilera $Pvc := q4 \cdot d_3$ $Pvc = 246.32\,kg$

$F_5 = 2.06 \times 10^3\,kg$ $F_6 = 1.96 \times 10^3\,kg$

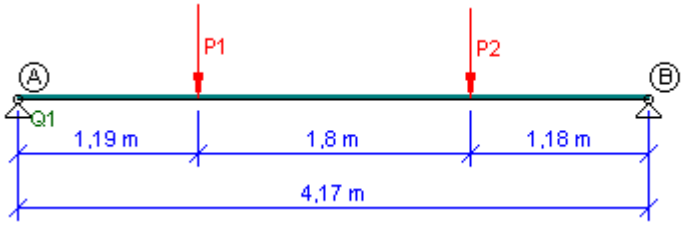



Figura 59. Puente Grúa

$$R_{10} := \frac{Pvc}{2} + \frac{F_5 \cdot d_5 + (d_3 - d_5) \cdot F_6}{d_3}$$ $R_{10} = 2.12 \times 10^3\,kg$

$Fr := F_5 + F_6 + Pvc$ $Fr = 4.28 \times 10^3\,kg$

$R_9 := Fr - R_{10}$ $R_9 = 2.16 \times 10^3\,kg$

Momento flector (Mf6)

$$Mf6 := R_9 \cdot \frac{d_3}{2}$$ $Mf6 = 4.51 \times 10^3\,m \cdot kg$

Calculo del modulo de resistencia (w)

$$w6 := \frac{Mf6}{\sigma} \qquad w6 = 300.53 \times 10^{-6} m^3$$

Factor de seguridad

$$\sigma 1 := \frac{Mf5}{w6} \qquad \sigma 1 = 14.6 \times 10^{6} \frac{kg}{m^2}$$

$$Cs := \frac{\sigma c}{\sigma 1} \qquad Cs = 1.87$$

Desplazamiento de la viga con la carga en el centro

Calculo por secciones

***Datos***

$$R_9 = 2.16 \times 10^3 kg \; ; \qquad q4 = 59 \frac{kg}{m}$$

$$x := 0; \qquad y := 0; \qquad C_2 := 0$$

$$EI \cdot \frac{dy^2}{dx^2} := R_9 \cdot x - Pmv \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$EI \cdot \frac{dy}{dx} := R_9 \cdot \left(\frac{x^2}{2}\right) - Pmv \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) + C_1$$

$$EIy := R_9 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - Pmv \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right) + C_1 \cdot x + C_2$$

$$x := 4.175m; \qquad y := 0$$

$$C_1 := \frac{-\left[R_9 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q4 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right)\right]}{x} \qquad C_1 = -6.01 \times 10^3\, m^2 \cdot kg$$

$x := 2.0875m$

Despejando y

$$y := R_9 \cdot \left(\frac{x^3}{6}\right) - q4 \cdot \left(\frac{x^4}{24}\right) + C_1 \cdot x \qquad y = -9.5 \times 10^3\, m^3 \cdot kg$$

$$ymax := \frac{y}{E \cdot Ixv} \qquad ymax = -7.4 \times 10^{-3}\, m$$

$$ymax \cdot \frac{1000}{m} = -7.4 \quad mm$$

Flecha máxima de giro del perfil según la norma:

$$f := \frac{d_3}{500} \qquad f = 8.35 \times 10^{-3}\, m$$

$$f \cdot \frac{1000}{m} = 8.35 \quad mm$$

El perfil W 200 x 200 x 59seleccionado cumple con la normativa el desplazamiento en el eje y en el punto más crítico es de 7,4 mm, la norma acepta como hasta 8.35mm.

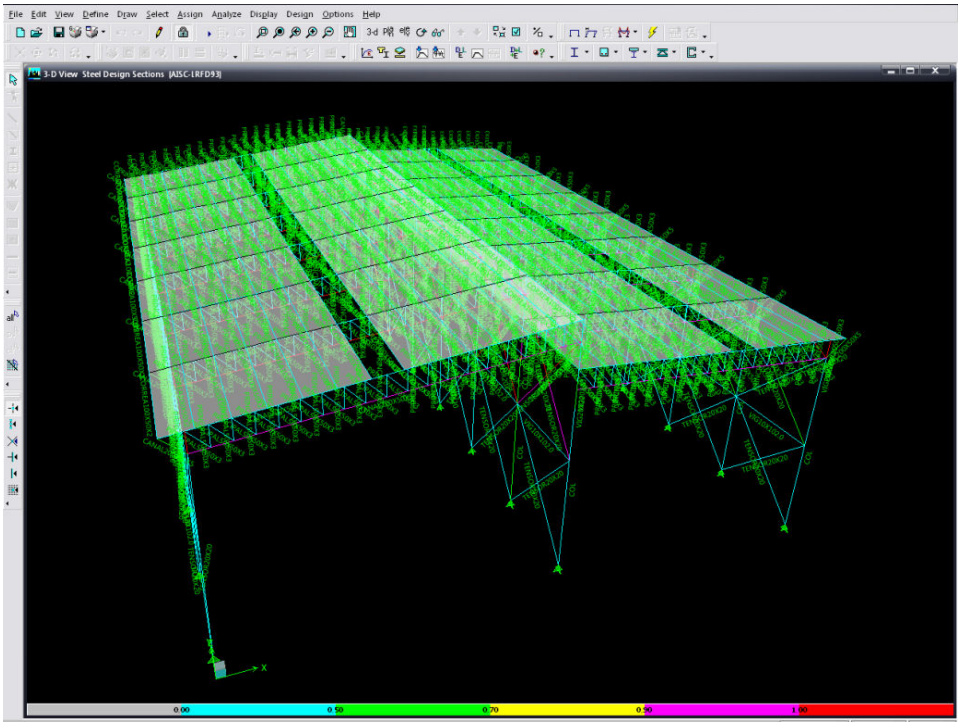
**Calculo de la cubierta.**

Para el cálculo estructural se utilizo: EL SOFTWARE ETABS

Cálculos estructurales a través del programa ETABS:

Se ingresó de datos considerado los fenómenos naturales que se podrían presentar (Figura 60), tales como viento, movimientos sísmicos de 6,5 en *la escala sismológica de Richter*, fuerza que transmite la grúa y peso estructural, etc.

Corriendo el programa logramos el siguiente resultado:



| STORY | DISP-X | DISP-Y | DRIFT-X | DRIFT-Y |
|---|---|---|---|---|
| SS | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| AUX-2 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| AUX-3 | 10,138724 | 0,086253 | 0,001348 | 0,000011 |
| AUX | 8,656230 | 0,074128 | 0,001274 | 0,000008 |
| STORY1 | 8,337631 | 0,072027 | 0,000000 | 0,000000 |

Figura 60. Gráfica en ETABS

El punto rojo indica donde se hizo el cálculo de la deformación (Figura 61):

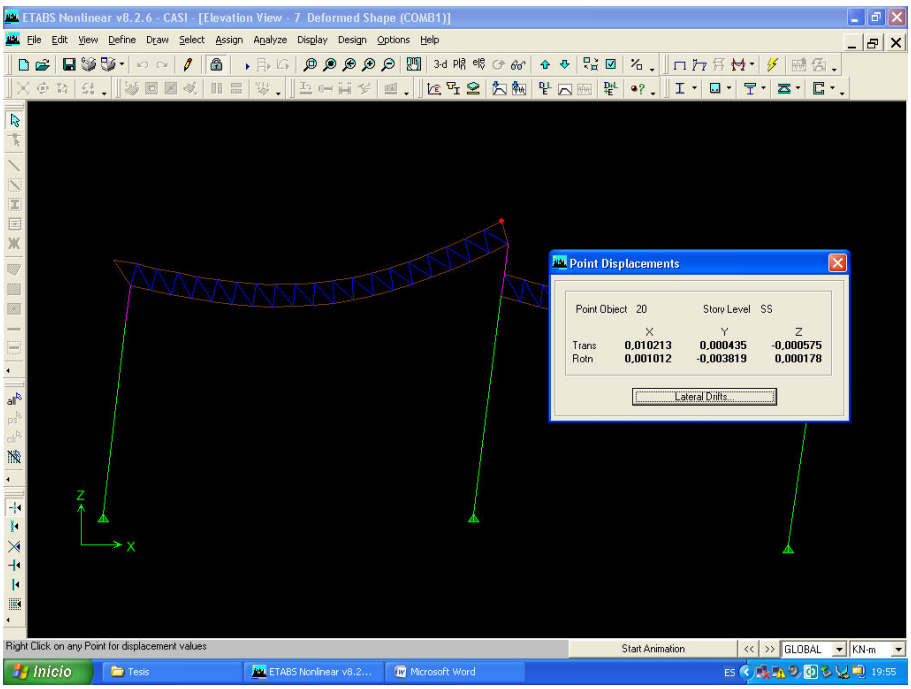



Figura 61. Deformación

Los desplazamientos en:

X=0,010213mts

Y=0,000435mts

Z=-0,000178mts

Medición en el centro de de la cercha:

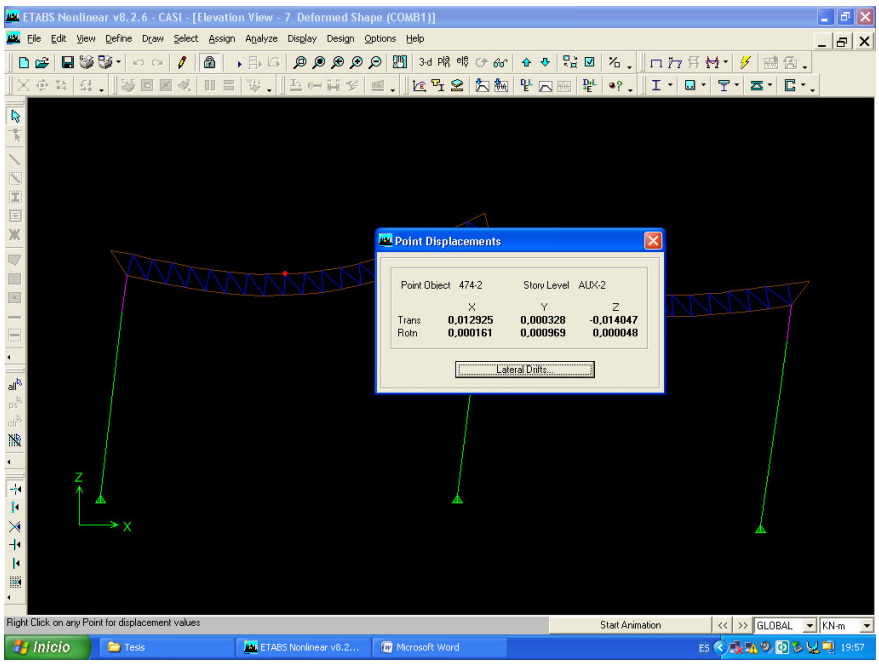



Figura 62. Deformación

Desplazamientos:

X=0,012925mts

Y=0,000328mts

Z=-0,01404mts

Se verifica el estudio en cada nodo de la estructura; después de realizar el análisis no presentó mayor movimiento ni deformaciones.

Análisis de fuerzas que se transmiten al suelo.

Por ser una estructura de dos niveles, el estudio se realizará en dos secciones.

Estudio en la terraza 2

En esta sección se considera el cálculo la columna que menor esfuerzo ejerce al suelo, y esta se ubica el extremo del andén con una carga máxima de: 2.699,68 kg, según se detalla en el siguiente grafico.

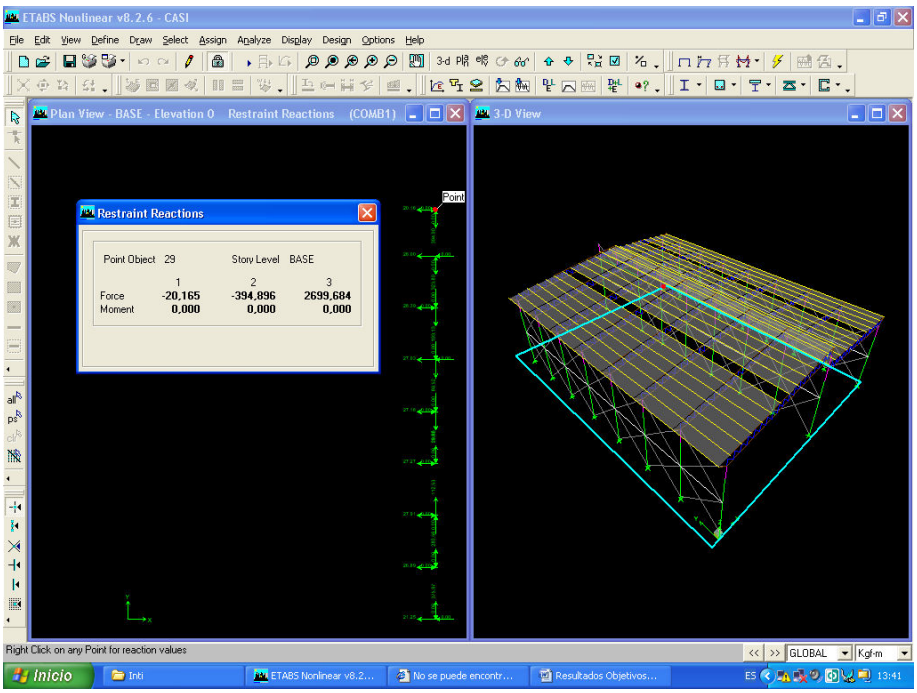



Figura 63. Estudio en la Segunda Terraza

Y la columna más crítica se encuentra en la parte central del andén con: 3.368,26kg.

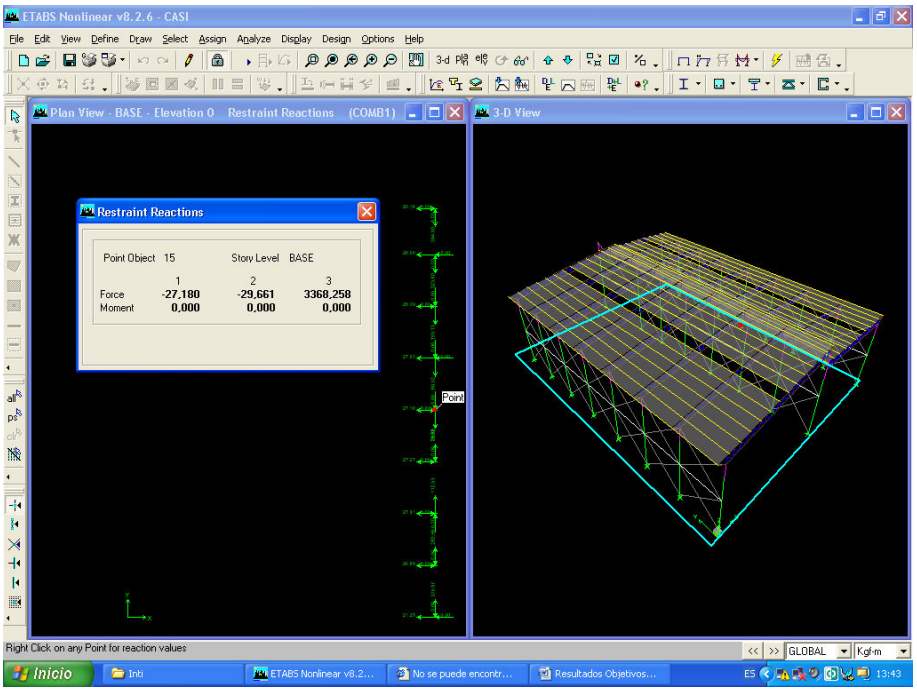



Figura 64. Análisis de la Columna más Crítica

Estudio en la terraza 1.

En esta terraza tenemos que el punto de mayor esfuerzo es de: 2.514,49kg.

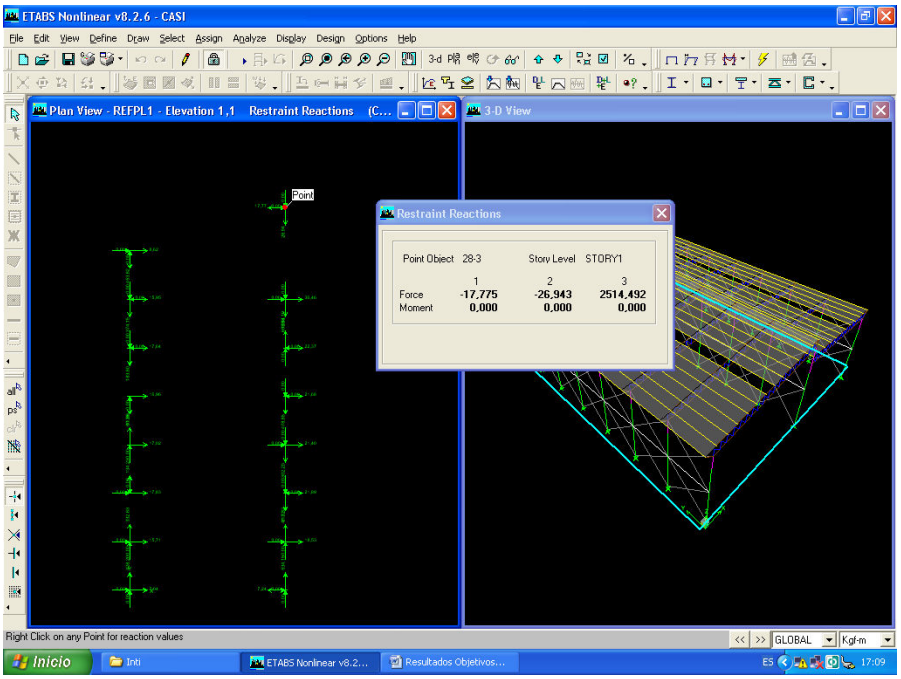



Figura 65. Punto de Mayor Esfuerzo

Vistas isométricas de la estructura (Figuras 66 y 67).

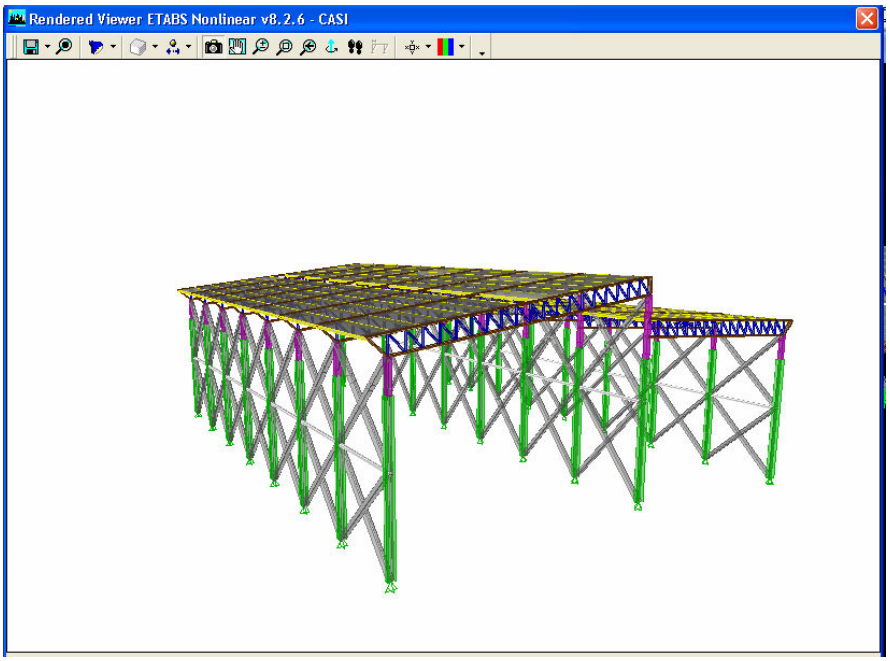



Figura 66. Vista Isométrica

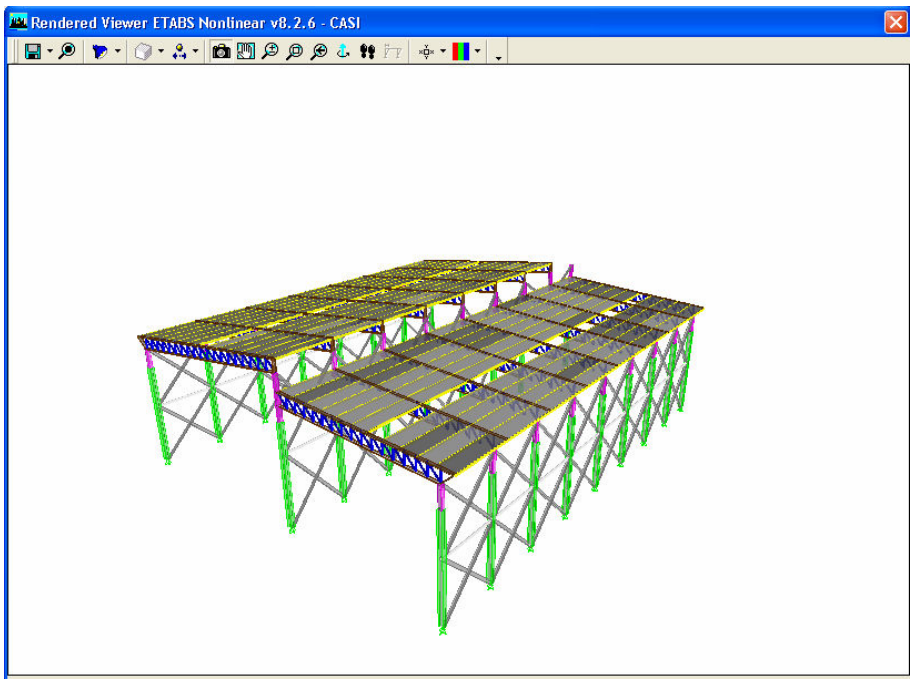



Figura 67. Vista Isométrica

**Sistema eléctrico y Luminotecnia.**

La instalación eléctrica se realizará en la nave industrial, de obra nueva, situada en el Parque Industrial de la Ciudad de Loja. La nave industrial pertenece a la empresa Constfacil.

**Tipo de industria**

La empresa Constfacil. Tiene como actividad principal la producción, almacenaje y distribución de de columnas de hierro, dedicada especialmente a la construcción de viviendas civil.

**Tensión de alimentación**

La alimentación de dicha nave se realizará en trifásico, con una tensión de línea de 240 V y una tensión entre fase y neutro de 127 V.

**Potencia de contratación**

Para la realización del cálculo de la potencia a contratar se ha tenido en cuenta varias condiciones.

**En primer caso**, se supondrá, según detalle el representante de Constfacil, que el horario laboral, ejercido en dicha nave industrial, será de jornadas, de 08H00 a 12H00, la jornada de mañana, y de 14:00 a 18:00 horas, la jornada de tarde. Esto se tendrá en cuenta a la hora de realizar la suma de potencias de las luminarias de luz artificial de fábrica y almacén, ya que la luminosidad natural es óptima dependiendo del turno de trabajo, por lo tanto, será la suma total de lámparas, tanto en fábrica y almacén.

**En segundo plano**, se realizará la suma de potencias de las máquinas que se instalarán en la nave. El cliente dispondrá de una nave dedicada a la producción, manipulación, almacenamiento y distribución de artículos de la construcción, y dispondrá de una plantilla de 3 empleados en fábrica, en zona de administración, el director gerente.

**Según estos datos**, se contará, para realizar el cálculo con 4 máquinas, las de más potencia. Se le añadirán las otras cargas de la sala de instalaciones: A partir de la suma de estos equipos, y aplicándole el factor de arranque, se obtendrá la suma de potencias de las máquinas en la nave.

**Como tercer y último caso**, se realizará la suma de potencias de fuerza motriz de las diversas tomas auxiliares combinadas que se hallen distribuidas por la nave, según muestra el plano de Fuerza Motriz detalladas en planilla para determinación de la demanda de diseño.

A partir de la combinación de sumas de los cálculos descritos anteriormente, se obtendrá la potencia total demandada, la cual será de 20.9 kw, por lo tanto las características de contratación de la línea de baja tensión serán las siguientes:

- Empresa suministradora: EERSSA.
- Potencia demandada: 20.9KW
- Potencia total a contratar: 20.9 KW

**Antecedentes**

La instalación se realiza en una nave de obra nueva, por lo que no hay antecedentes mostrados.

**Objeto del proyecto eléctrico**

El objeto del proyecto realizado es la instalación, descrita y justificada, de la línea eléctrica completa en baja tensión para una nave industrial, con superficie total de 1720 m², destinada a la producción, almacenaje y distribución de columnas de hierro para la construcción civil.

En esta programación se tendrán en cuenta todas las normativas vigentes aplicables a la tramitación y autorización del suministro eléctrico.

**Clasificación de la instalación**

La actividad que se realizará no presenta requisitos específicos y por lo tanto no se tendrán en cuenta a la hora de proyectar la instalación.

El esquema general para determinar las medidas de protección contra contactos directos, indirectos y sobre intensidades, corresponderá a un esquema TT, que dispondrá el conductor neutro del transformador conectado a tierra, todas las masas de los equipos eléctricos estarán protegidos por el mismo elemento de protección y unidas por un conductor de protección conectado a tierra. De este modo, no se requiere

mantenimiento de las instalaciones y permite la ampliación de éstas. Se escoge un modelo selectivo y dividido de las líneas, según zonas y características de los equipos, para centralizar una posible avería o fallo en un solo punto de la instalación eléctrica general, sin afectar al resto de líneas.

El trazado de las líneas será el más corto posible desde el transformador hasta la caja de distribución general, y desde éste hasta el equipo, para evitar costes innecesarios.

**Conductores eléctricos**

Los conductores que se utilizarán para toda la instalación serán de material de cobre y estarán aislados. En cada punto de la línea, todas las fases, el neutro y las protecciones serán de la misma sección de cable.

La identificación de los conductores, según la ITC-BT-19, seguirá el siguiente orden:

- Verde: Neutro, Protección
- Naranja en las grúas: Fases (la tercera fase, en caso de que haya, será gris)
- Para los conductores aislados bajo tubos protectores se utilizarán conductores de tensión no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán con lo establecido en la ITC-BT-21.
- Para los conductores aislados bajo tubos protectores, que se instalen en zonas con falso techo, se utilizarán conductores B-s3 d0 (M1) o más favorable, serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según el artículo 3.3 del anejo 3 del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

**Canalizaciones**

En la instalación habrá dos tipos de canalizaciones, según lo estipulado en la instrucción ITC-BT-21.

- Tubo no-metálico, rígido Las líneas generales de distribución de la nave, tomas de

corriente y cajas de conexión irán canalizadas mediante tubo rígido de PVC, grapado sobre la pared.

- Tubo no-metálico, corrugado y flexible Las distribuciones interiores de alimentación de tomas auxiliares y luminarias que se sitúen sobre el falso techo se efectuarán mediante tubo flexible de PVC clase M1 para evitar la propagación en caso de incendio. La línea irá sujeta a la pared o muro dentro del falso techo mediante grapas.

**Iluminación**

La nave se ha dividido en diversas zonas para realizar el cálculo luminotécnico, en función del nivel de iluminación requerido por cada zona. La distribución de las luminarias en cada zona queda indicada en el plano Iluminación. A continuación se exponen las distintas zonas, señaladas en el plano Planta de distribución Zonas:

**Fábrica**

En la zona de producción y manipulación del producto, a la que se le ha designado el nombre de nave 1, se requerirá unas lámparas pendulares de mercurio halogenado de 400 W, situada a 7,7 metros de altura, que cubrirá con la luminosidad requerida para este tipo de zonas, clasificada, de 14 de abril, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de trabajo, como "Zona donde se ejecutan tareas de nivel 3º, exigencias visuales altas", por lo que necesita un nivel mínimo de iluminación de 500 lux. Esta luminosidad se concentrará en los puntos concretos donde se situarán los operarios para la manipulación del producto, pudiendo disminuir en las zonas donde no haya actividad de manipulación, y solo sea de paso.

La luminaria elegida es una ORNAULX VP22MH400 Pendular Pola para lámparas de mercurio halogenado. Se trata de una campana pendular, combinada con reflectores de Lexalon o de aluminio con cuerpo en aluminio decorativo. Su fuente de luz es abierta.

**Administración**

Esta sala se compone de dos subzonas en una sola zona diáfana; una de las subzonas será la destinada a la ubicación de las mesas de oficina para los empleados de

administración, clasificada como zona de nivel 3º, y la otra, se destina a la ubicación del archivo y la impresora, que se clasificará como zona de nivel 2º. Por lo tanto, se utilizan dos tipos diferentes de luminarias. Para la subzona de mesas de oficina, se utilizarán lámparas de pantalla adosada a falso techo para 3 tubos T5 de 74 W, y para la zona de archivo se utilizarán lámparas de pantalla adosada a falso techo para 2 tubos T5 de 50 W, instaladas a una altura de 2,8 metros.

A partir de esta clasificación, se elige una ORNALUX EAD324B Pantalla Etherea de iluminación directa adosada a techo para 3 tubos T5 y difusor de baja iluminancia, para la subzona de mesas de oficina, y una ORNALUX EAD224B Pantalla Etherea de iluminación directa adosada a techo para 2 tubos T5, para la subzona de archivo. Este tipo de lámparas de pantalla contienen un difusor doble parabólico de aluminio mate.

**Sala de espera y escaleras**

Esta zona se clasifica, como zona de nivel 1º, exigencias visuales bajas, ya que no se desempeñará ninguna actividad productiva que requiera iluminación, y además, esta sala dispone de ventana con luz natural. Por lo tanto, se utilizarán lámparas de pantalla adosada a falso techo para 2 tubos T5 de 50 W, instaladas a una altura de 2,8 metros. Se elige una ORNALUX EAD224B Pantalla Etherea de iluminación directa adosada a techo para 2 tubos T5.

**Recinto exterior**

En el recinto exterior, se instalarán, perimetralmente a la nave, lámparas de halogenuros metálicos, de 200 W. Estas lámparas estarán compuestas por una campana pendular, con reflectores de Lexalon, y proporcionarán la luminosidad requerida para este tipo de zonas. Se escogerá una ORNALUX VNA 16H250 Pendular Nora para lámparas de halogenuros metálicos.

**Tomas de corriente**

La distribución de las tomas de corriente que a continuación se describen, se detalla en el plano Fuerza Motriz.

Fábrica y Almacén

En estas dos zonas se instalarán enchufes monofásicos de tensión 127/240 V con base de enchufe 2P+T 16 A tipo Bticino, con una protección, en cada línea de enchufes, de 40 A de interruptor, y trifásicos de tensión 240 V, con base de enchufe 3P+T 16 A tipo Cetact, con una protección por línea, de 32 A. Irán instalados en cajas de superficie, compuestas por material de doble aislamiento, de tipo sintético, y dispondrán de un grado de protección IP 55. La altura a la que se instalarán será, como mínimo, a 1,5 metros de altura.

Sala encargados, Zona administración, Despacho, Pasillo y Sala de espera. En estas salas se instalarán tomas de corriente para uso doméstico, con bases de enchufes tipo 2P+T 16 A del tipo Bticino, a una altura no inferior a 40 cm respecto el suelo de la sala.

**Interruptores**

Fábrica, Almacén, Sala de Instalaciones y Recinto exterior, los interruptores encargados del encendido de las diversas luminarias de estas zonas, integrarán contactores para evitar el paso de tensión elevada por los interruptores. Los interruptores que derivan al Recinto exterior estarán ubicados dentro de la nave.

Sala encargados, Zona administración, Despacho, Pasillo y Sala de espera. Se instalarán interruptores de montaje superficial, a una altura de 1,2 m del suelo de cada zona.

**Elementos de maniobra y protección**

La breaker de maniobra y protección estará situado en el caja general y los diferentes cajas de control distribuidos por la nave, y se ajustará al calibre de los cables, al número de polos y las corrientes nominales que por ellos circulan, tal como muestran los planos Fuerza Motriz, Iluminación y Esquema Unifilar.

Como protección se utilizarán dispositivos diferenciales, interruptores automáticos e interruptores de control de potencia.

Las características de cada protección, ya sea curvas de corte, calibres, sensibilidad, etc., se expone en el plano Esquena Unifilar.

**Interruptor magnetotérmico**

En cada inicio de línea se instalará un interruptor magnetotérmico general de corte omnipolar por debajo del límite de la intensidad de corriente admisible del conductor. Su función será la de proteger la instalación ante posibles cortocircuitos. Se instalarán, además del inicio de la instalación y en el inicio de cada línea, en cada punto en que la intensidad disminuya debido a cambios de sección o condiciones de instalaciones.

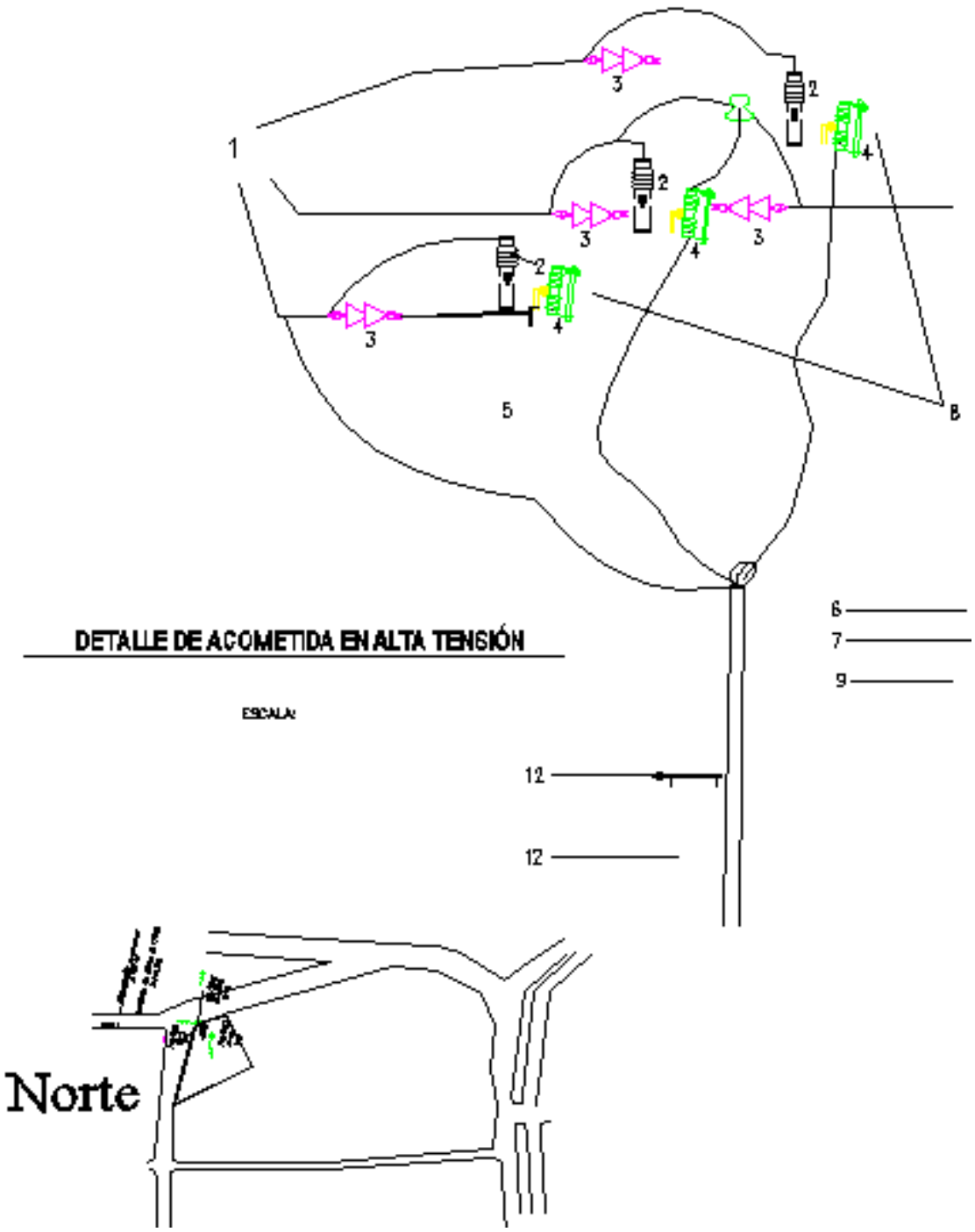



Figura 68. Acometida de Alta Tensión

| | |
|---|---|
| 1. ACOMETIDA EN A.T. TRIFÁSICA | 7. CONDUCTOR DE COBRE CABLEADO DESNUDO # 2 |
| 2. SECCIONADOR FUSIBLE 15 KV - 100A. | 8. TENSOR AEREO (TV) |
| 3. PUNTA TERMINAL TIPO EXTERIOR | 9. REVERSIBLE EMT DE 4" |

| | |
|---|---|
| 4. CRUCETA METALICA | 10. TUBO EMT DE 4"x3m. |
| 5. CRUCETA METALICA | 11. CINTA Y EBILLA ERIBAND |
| 6. CONDUCTOR UNIPOLAR XLPE 15 KV. | 12. POSTE DE H°A° DE 11x600 Kg. |

Tabla 5. Materiales para Instalación de Acometida

**Planilla para determinación de la demanda de diseño para la EMPRESA CONSFACIL CIA. Ltda.**

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño eléctrico de la nave industrial

**Sector:** PARQUE INDUSTRIAL DE LOJA

**USUARIO TIPO:** INDUSTRIAL

| Item | APARATOS ELÉCTRICOS | | | FFUn (%) | CIR (W) | FSN | DMU (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DESCRIPCIÓN | Cant. | Pn (W) | | | | |
| | | | | | | | |
| 1 | Focos | 19 | 100,00 | 60,00% | 1.520,00 | 81% | 1.231,20 |
| 2 | Tomacorrientes | 10 | 100,00 | 50,00% | 100,00 | 11% | 11,00 |
| 3 | Esmeril | 1 | 745,00 | 30,00% | 149,00 | 21% | 31,29 |
| 4 | Computadora | 2 | 250,00 | 20,00% | 400,00 | 81% | 324,00 |
| 5 | Nave 1 luminarias | 4 | 420,00 | 30,00% | 1.344,00 | 81% | 1.088,64 |
| 6 | Nave 2 luminarias | 4 | 420,00 | 10,00% | 1.344,00 | 81% | 1.088,64 |
| 7 | Secador de aire | 1 | 2.500,00 | 20,00% | 750,00 | 31% | 232,50 |
| 8 | Compresor 5HP | 1 | 6.000,00 | 15,00% | 3.000,00 | 51% | 1.530,00 |
| 9 | Grúa 1 | 1 | 5.000,00 | 3,00% | 2.500,00 | 51% | 1.275,00 |
| 10 | Grúa 2 | 1 | 5.000,00 | 5,00% | 2.500,00 | 51% | 1.275,00 |
| 11 | Alumbrado público | 5 | 70,00 | 20,00% | 175,00 | 51% | 89,25 |
| 12 | Soldadora | 1 | 7.200,00 | 30,00% | 1.440,00 | 21% | 302,40 |
| 13 | Tomacorrientes especiales | 1 | 2.000,00 | 10,00% | 400,00 | 21% | 84,00 |
| | | | | | | | |
| TOTALES | | 51 | 14.170,00 | 431,00 % | 15.622,00 | 633% | 8.562,92 |
| F. de potencia de carga FP= | | | 92,00% | (EERSA) | | | |
| DMU (KVA) = | | 9.3 | (KVA) | | 92 | = | 0,55 |

$$FDM = \frac{DMU}{CIR} =$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ti (%) = | 4% | | 15.622,00 |
| n = | 10,00 | años | |
| (1+Ti/100)n = | 1,22 | | |
| DMUp (KVA= | 11,32 | | |

Tabla 6. Diseño Eléctrico

El estudio realizado a la Fabrica de columnas se ha logrado determinar la Demanda Máxima Unitaria Proyectada (DMUp) a 10 años de acuerdo a la planilla para la determinación de la demanda de diseño obtenemos el resultado de 11.32(KVA), que corresponde al usuario comercial, de acuerdo a las normas de la EERSSA. Para el Alumbrado Público de la nave industrial, se considera la potencia del balastro y el factor de potencia, en este caso para las luminarias de 70 W de Na, la carga a considerar es 0,35KVA.

**Demanda de diseño.**

La demanda de Diseño para un punto dado se la establece de acuerdo a la siguiente ecuación:

DMD = DMP + AP + Ce

11.32+0.35+3= 14.67kw

Donde:

DMP = Demanda Máxima Proyectada en el punto dado [KVA]
AP = Carga de Alumbrado Público [KVA]
Ce = Cargas Especiales [KVA]
DMP = DMUp * FC [KVA]
11.32*.55= 6.23

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada [KVA]

FC = Factor de Coincidencia

Utilizando el Cuadro de las Demandas Máximas Proyectadas (DMUp) para el Sector Urbano y con las Ecuaciones (a) y (b), obtenemos las siguientes demandas:

**Resumen de demanda.**

| Transf. | Sector | Abonado | DMP KVA | A/P. (KVA) | DMD(T) KVA | Transf. (KVA) Elegido | NroLampa 70 (w) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CT-1 | Parque industrial de Loja | 1 | 6.23 | 0.35 | 14.67 | 20.9 | 5 |
| TOTAL | | 1 | | | | 20.9 | 350 w |

Tabla 7. Resumen de Demanda

**Dimensionamiento de los centros de transformación.**

Según Normas Técnicas de la EERSSA para el dimensionamiento de los Transformadores se ha considerado tipo de abonado, alumbrado público y cargas especiales.

Del resumen de la demanda se selecciona la capacidad y tipo del Transformador, trifásico de 30 KVA, 13800/6967 - 220/127 V. Convencional. Refrigerado en aceite OA, BIL 95 KV, 60 Hz, con cambiador de taps. Apropiado para instalación a 2060 msnm. Deberá cumplir la norma NTE INEN 2115:2003 para transformadores trifásicos. Marca ECUATRAN

El transformador será montado con perno máquina de 5/8x10” en el poste de Hormigón Armado de 11 metros de longitud y se conectarán a la Red de Media Tensión mediante grapas de línea viva calibre 1*2-ACSP, para los bajantes en baja tensión será con conductor de Al tipo 2*2(4)-ACSR y conectores de ranura paralela Al-Al dos por línea. La Red de Media Tensión trifásica a 13,8KV tomada desde la red existente en el parque industrial de la ciudad de Loja perteneciente al alimentador 0111 Secciones del SICAP # 15073 y # 15070.

El conductor de las fases serán de cobre, aislado, calibre # 4 AWG-TTU y para el neutro Conductor de cobre, aislado, calibre # 2 AWG-TTU, común con el neutro de la Red Secundaria.

La sujeción de los conductores en las estructuras tangente serán con aisladores PIN clase ANSI 55-4, para el amarre se utilizará cinta de armar e hilo de atar y en las estructuras de retención con dos aisladores tipo suspensión clase ANSI 52-1 de 6" de diámetro, por cadena de retención; la sujeción del conductor a la cadena de retención se la realizará por medio de varillas preformadas y guardacabo adecuadas para el calibre del conductor a utilizarse según recomendación del fabricante; el vestido se lo realizará por medio de pernos ojo y máquina respectivamente.

**Seccionamiento y protección.**

Para la protección de la línea Media Tensión se ha considerado al inicio la instalación de un Seccionador fusible 15KV. 100 Amp., tipo abierto, de 10KA de capacidad de ruptura, con tira fusibles tipo "K" de 6 Amp.

**Postearía**.

El poste para la sustentación de la red eléctrica de Media Tensión será de Hormigón Armado Tipo R de 11 m. de 600 Kg. De carga a la ruptura.

**Tensores**.

El tensor a Tierra de la estructura de soporte se utilizará varilla de anclaje 5/8" x 1,80 m. de hierro galvanizado y los vientos con cable de acero 3/8" de alta resistencia, galvanizado. Para la sujeción del poste se utilizarán gancho guardacabo con perno máquina de 5/8 x 8" y para la protección del cable en la varilla de anclaje se utilizará guardacabo de 3/8". La sujeción del cable de acero se lo realizará con grapas mordazas tipo 3 pernos y varillas de retención GDE 1107. El bloque de anclaje será de H. A.

**Herrajería para sujeción de la estructura.**

Las estructuras se sujetarán a la portería por medio de pernos máquina de 5/8" x 10" y/o 8", con tuercas y arandelas de presión y planas galvanizadas. Toda la herrajería:

bastidores de 4 vías, 1 vía, cable de acero, pernos máquina, pernos de ojo, guardacabos, ganchos guardacabos, etc., serán galvanizados.

**Puestas a tierra.**

Se ha considerado las puestas a tierra por medio de varillas de cooperweld de 5/8" x 1,80m con su respectivo conector y conductor de cobre, desnudo No. 4 ASCR. La conexión al neutro se la realizará con conector perno hendido Cu.- Al., o ranuras paralelas Cu.- Al. Del calibre adecuado para obtener una buena conexión.

**Resumen de material eléctrico de la obra:**

**Diseño eléctrico**

Obra: **transformador para la fabrica "Constfacil Cía. Ltda."**

Lista de materiales y presupuesto referencial:

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Transformador, trifásico de 30 KVA, 13800/6967 - 220/127 V. Convencional. Refrigerado en aceite OA, BIL 95 KV, 60 Hz, Con cambiador de taps. Apropiado para instalación a 2000 Msnm. Deberá cumplir la norma NTE INEN 2115:2003 para Transformadores trifásicos. Marca ECUATRAN | u | 1 | 2784,00 | 2784,00 |
| 2 | Aislador de caucho siliconado de 15 KV, tipo PDI 15 | u | 6 | 18,40 | 110,40 |
| 3 | Aislador espiga Pin, clase ANSI 55-4 | u | 1 | 5,60 | 5,60 |
| 4 | Aislador tipo retenida de porcelana ANSI 54-3 | u | 1 | 3,20 | 3,20 |
| 5 | Aislador tipo rollo de porcelana ANSI 53-2 | u | 2 | 1,90 | 3,80 |
| 6 | Bastidor de 1 vía | u | 2 | 3,10 | 6,20 |
| 7 | Conductor de aluminio desnudo, calibre # 4 AWG - ACSR | m | 96 | 0,65 | 62,40 |
| 8 | Conductor de cobre desnudo, calibre # 2 AWG | m | 17 | 4,10 | 69,70 |
| 9 | Conductor de cobre, aislado, calibre # 2 AWG-TTU | m | 48 | 5,80 | 278,40 |
| 10 | Conductor de cobre, aislado, calibre # 4 AWG-TTU | m | 16 | 2,90 | 46,40 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Conector perno hendido # 6 - 1/0 AWG, Cu - Al. | u | 4 | 4,20 | 16,80 |
| 12 | Grapa de línea energizada # 6 - 1/0 AWG | u | 6 | 13,60 | 81,60 |
| 13 | Perno máquina 5/8" x 10" con tuerca y arandelas | u | 6 | 3,80 | 22,80 |
| 14 | Perno máquina 1/2" x 1 1/2" con tuerca y arandelas | u | 8 | 1,10 | 8,80 |
| 15 | Perno PIN cruceta metálica, aislador PIN clase 55-4 | u | 1 | 7,40 | 7,40 |
| 16 | Varilla de retención DG-4541, para # 4 AWG. | u | 8 | 2,05 | 16,40 |
| 17 | Perno ojo 5/8" x 10" espárrago, con tuercas y arandelas | u | 6 | 4,20 | 25,20 |
| 18 | Horquilla guardacabo terminal | u | 6 | 4,40 | 26,40 |
| 19 | Eslabón candado de 5/8" | u | 6 | 3,90 | 23,40 |
| 20 | Gancho guardacabo forjado con guardacabo de 1/2" | u | 2 | 4,50 | 9,00 |
| 21 | Guardacabo de 3/8" para tensor | u | 2 | 0,95 | 1,90 |
| 22 | Varilla Cooperweld 5/8"x1,8 m con conector | u | 4 | 9,52 | 38,08 |
| 23 | Varilla de anclaje de 5/8" x 2,0 m. con arandela | u | 1 | 15,60 | 15,60 |
| 24 | Cable de acero galvanizado 3/8" | m | 25 | 2,10 | 52,50 |
| 25 | Varilla preformada GDE - 1107 para cable de 3/8 " | u | 6 | 3,90 | 23,40 |
| 26 | Bloque de anclaje de H°A° de 70x50x25 cm. Liviano | u | 1 | 3,50 | 3,50 |
| 27 | Poste de Hormigón Armado de 11 m. de 600 Kg. Tipo R | u | 1 | 220,00 | 220,00 |
| 28 | Seccionador portafusible de 15 KV. | u | 3 | 75,00 | 225,00 |
| 29 | Tirafusible tipo "K" de 2 amperios | u | 3 | 3,20 | 9,60 |
| 30 | Pararrayo tipo distribución de 10 KV | u | 3 | 68,00 | 204,00 |
| 31 | Cinta de atar de aluminio | m | 1 | 1,10 | 1,10 |
| 32 | Cinta eriband de 3/4" | m | 4 | 2,10 | 8,40 |
| 33 | Hebilla para cinta eriband de 3/4" | u | 4 | 0,80 | 3,20 |
| 34 | Tubo metálico EMT de 1/2" | u | 2,5 | 2,80 | 7,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 35 | Unión metálica EMT de 1/2" | u | 3 | 0,35 | 1,05 |
| 36 | Reversible metálico EMT de 1/2" | u | 1 | 0,65 | 0,65 |
| 37 | Codo metálico EMT de 1/2" | u | 1 | 0,65 | 0,65 |
| 38 | Tubo metálico EMT de 2" | u | 3 | 14,50 | 43,50 |
| 39 | Unión metálica EMT de 2" | u | 4 | 2,80 | 11,20 |
| 40 | Reversible metálico EMT de 2" | u | 1 | 7,50 | 7,50 |
| 41 | Codo metálico EMT de 2" | u | 2 | 8,90 | 17,80 |
| 42 | Conector metálico EMT de 2" | u | 1 | 3,20 | 3,20 |
| 43 | Cruceta metálica galvanizada, perfil L, de 75x75x6x2400 mm. | u | 4 | 85,00 | 340,00 |
| 44 | Pie de amigo, perfil L, de 38x38x6x900 mm. | u | 8 | 16,80 | 134,40 |
| 45 | Estructura de soporte metálica, perfil L, para transformador. | u | 1 | 60,00 | 60,00 |
| 46 | Tablero de medidores trifásico, con puertas, seguro, barras<br>De cobre de 200 A, 3 compartimientos. Capacidad para alojar :<br>1 Breakers trifásico de 80 amperios, caja moldeada.<br>1 Medidor de energía trifásico, 4 hilos, 220/127V. Clase 100<br>3 Breakers trifásico de 30 amperios, sobrepuesto<br>1 Breakers monofásico de 20 amperios, sobrepuesto<br>Dimensiones 65 x 35 x 17 cm. | u | 1 | 510,00 | 510,00 |
| 47 | Pozo de revisión tipo C | u | 2 | 52,00 | 104,00 |
| 48 | Canalización Zanja tipo 2 | m | 6 | 15,00 | 90,00 |
| º | TOTAL MATERIALES | | | | 5745,13 |

Tabla 8. Materiales para la Instalación de Acometida

**Alumbrado público:** 5 Luminarias de Vapor de Sodio de 200 W /240 V.

**Cálculo de la caída de tensión**

La caída de tensión U se ha tenido en cuenta para el dimensionado del cable sin superar los límites que marca la normativa (5% maquinaria, 3% iluminación).

Para las cargas trifásicas:

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 100}{56 \cdot s \cdot U \cdot U}$$

Para las cargas monofásicas:

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 2 \cdot 100}{56 \cdot s \cdot U \cdot U}$$

Donde:

L = Longitud (m)

S: Sección [mm²]

U = Voltaje (V)

P: Potencia [W]

**Cálculo de caída de voltaje.**

| Línea | Cuadro | Tensión (V) | Potencia | Intensidad (A) | Sección (mm2) | Longitud (m) | Caída tensión (%) | Caída de Voltaje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L1 | Compresor | 240 | 6000 | 25,00 | 5,12 | 10,00 | 0,36% | 0,87 |
| L2 | | 240 | | 25,00 | 5,12 | 10,00 | 0,36% | 0,87 |
| L3 | | 240 | | 25,00 | 5,12 | 10,00 | 0,36% | 0,87 |
| L1-L2 | Luminaria Nave 1 | 240 | 1680 | 7,00 | 5,12 | 20,00 | 0,20% | 0,49 |
| | | 240 | 1260 | 5,25 | 5,12 | 27,00 | 0,21% | 0,49 |
| | | 240 | 840 | 3,50 | 5,12 | 34,00 | 0,17% | 0,41 |
| | | 240 | 420 | 1,75 | 5,12 | 48,00 | 0,12% | 0,29 |
| L1-L3 | Luminaria Nave 1 | 240 | 1680 | 7,00 | 5,12 | 33,50 | 0,34% | 0,82 |
| | | 240 | 1260 | 5,25 | 5,12 | 40,50 | 0,31% | 0,74 |
| | | 240 | 840 | 3,50 | 5,12 | 47,50 | 0,24% | 0,58 |
| | | 240 | 420 | 1,75 | 5,12 | 54,50 | 0,14% | 0,33 |
| L2-N | Administración | 120 | 1200 | 10,00 | 3,56 | 12,00 | 0,50% | 0,60 |
| L3-N | | 120 | 2000 | 16,67 | 3,56 | 12,00 | 0,84% | 1,00 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L1 | Secador de Aire | 240 | 2000 | 8,33 | 5,12 | 5,12 | 0,06% | 0,15 |
| L2 | | 240 | | 8,33 | 5,12 | 5,12 | 0,06% | 0,15 |
| L3 | | 240 | | 8,33 | 5,12 | 5,12 | 0,00% | 0,00 |
| L1 | Grúa 1 | 240 | 5000 | 20,83 | 8,00 | 28,00 | 0,54% | 1,30 |
| L2 | | 240 | | 20,83 | 8,00 | 28,00 | 0,54% | 1,30 |
| L3 | | 240 | | 20,83 | 8,00 | 28,00 | 0,54% | 1,30 |
| L1 | Grúa 2 | 240 | 5000 | 20,83 | 8,00 | 43,00 | 0,83% | 2,00 |
| L2 | | 240 | | 20,83 | 8,00 | 43,00 | 0,83% | 2,00 |
| L3 | | 240 | | 20,83 | 8,00 | 43,00 | 0,83% | 2,00 |
| L2-L3 | Iluminación Publica | 240 | 350 | 1,46 | 3,56 | 25,00 | 0,08% | 0,18 |
| L2-L3 | | 240 | 280 | 1,17 | 5,12 | 37,00 | 0,06% | 0,15 |
| L2-L3 | | 240 | 210 | 0,88 | 5,12 | 49,00 | 0,06% | 0,15 |
| L2-L3 | | 240 | 140 | 0,58 | 5,12 | 62,50 | 0,05% | 0,13 |
| L2-L3 | | 240 | 70 | 0,29 | 5,12 | 75,00 | 0,03% | 0,08 |

**Potencia Total Instalada 29600 w**

Tabla 9. Potencia Instalada

**Estudio Lumínico**

**Cálculo del alumbrado**

El factor de utilización, Fu, es el factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor y tiene un valor menor que la unidad. Este dependerá inicialmente de:

**El tipo constructivo de las luminarias.**

**El índice del local.**

El factor de reflexión de las paredes y el techo (que consideramos de 75% y 50% respectivamente).

El factor de mantenimiento ha sido establecido como Fm = 0,85.

Datos del local

a = 13,5m

b = 27,5m

c = 8,5m

**Nivel de iluminación (E)**

E = 150 lx

**Factor de utilización tabla (μ) (dato de tablas)**

μ = 0,48

**Tipo de mantenimiento (m) (dato de tablas)**

m = 0,78

**Flujo lumínico de la luminaria (Θι)**

Θι = 32260 lm

**Potencia de la luminaria (Pn)**

Pn = 425W

**Superficie del local (S)**

$S := a \cdot b$ $\qquad S = 90\,\mathrm{m}^2$

**Índice del focal (k)**

$K := \dfrac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$ $\qquad K = 0.557$

Flujo lumínico Total (θ)

$$\theta := \frac{E \cdot S}{u \cdot m} \qquad \theta = 75000\ \text{lm}$$

**Número de luminarias (n)**

$$n := \frac{\theta}{\theta n} \qquad n = 2.308\ \text{m}$$

**Potencia (P)**

$$P := n \cdot Pn \qquad P = 996.094\ \text{m}$$

**Documentación de las instalaciones.**

Para la ejecución de la instalación de baja tensión de la nave industrial, se precisará la elaboración de un proyecto, ya que la potencia que se va a contratar es superior a 20 Kw Éste deberá ser redactado y firmado por un técnico titulado, quien será directamente responsable de que él mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias. El proyecto de instalación se desarrollará, como parte del proyecto general del edificio, o bien en forma de uno o varios proyectos específicos.

Al término de la ejecución de la instalación, el instalador autorizado realizará las verificaciones que resulten oportunas, según se especifica en la ITC-BT-05 y en su caso todas las que determine la dirección de obra. Una vez finalizadas las verificaciones, éste deberá emitir un Certificado de Instalación, según lo establecido por la Administración.

Para poder poner la puesta en servicio de la instalación, se deberá solicitar el suministro de energía a la empresa suministradora mediante entrega del correspondiente ejemplar del certificado de instalación.

**Verificaciones e inspecciones**

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten. Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según

corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460 -6-61.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones. Las inspecciones podrán ser:

**Iníciales**: Antes de la puesta en servicio de las instalaciones.

**Periódicas**: Serán cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial.

**Ejecución de la obra**

El instalador tendrá que realizar el trabajo siguiendo las condiciones específicas indicadas en los capítulos del pliego de condiciones, respecto a las condiciones que tienen que reunir los materiales, la forma de ejecución de las obras e instalaciones, normativa de ensayos que tendrán que realizar en las obras. Aquellos puntos que no queden especificados en el pliego, el instalador tendrá que seguir las condiciones de los textos oficiales indicado a continuación:

**Generales**.

**Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.**

- Ordenanzas del ayuntamiento donde pertenece la nave industrial.
- Instalaciones.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Electrotécnico de
- Baja Tensión, ITC-BT01 a BT51 y Normas UNE.
- Acometida
- Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida será del tipo aérea posada sobre fachada.

En este tipo de acometidas los cables se instalarán distanciados de la pared y su fijación se hará mediante accesorios apropiados. Los cables posados sobre fachada serán aislados de tensión asignada 0,127/1 KV y su instalación se hará preferentemente, bajo conductos cerrados o canales protectores con tapa desmontable con la ayuda de un útil.

Los tramos en que la acometida quede a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m, deberán protegerse con tubos o canales rígidos.

**Cajas generales de protección**

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Cuando la acometida sea aérea podrán instalarse en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 m y 4 m.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc..., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Contadores: Ubicación y sistemas de instalación

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- Cajas con tapas precintadas
- Paneles
- Armarios

Todos ellos, constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 partes 1, 2 y 3. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la Norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente es:

- Para instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09
- Para instalaciones de tipo exterior: IP43; IK 09

Las concentraciones de conductores, albergaran aparatos de medida, control y mando de todas y cada una de las derivaciones individuales. Si hubiese envolventes

estarán dotadas de dispositivos precintados que impidan la manipulación de todo el interior.

La situación de los contadores ha de ser tal, que deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso.

Las dimensiones de los módulos, paneles y armarios, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Los contadores, estarán colocados de tal manera que desde la parte inferior de la caja al suelo haya como mínimo una altura de 0.25 metros y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere 1.80 metros.

**Tomas de tierra**

El valor de la resistencia de la toma de tierra debe estar conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, que ésta se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

En el momento de la elección e instalación del material para la toma de tierra, se debe tener en cuenta las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga, para que puedan circular sin peligro, sobretodo en zonas con solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

Los conductores de cobre utilizados, como los electrodos, serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de las tomas de tierra deben ser tales que la posible humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos o igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 mΩ ).

**Subdivisión de las instalaciones**

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, sin que afecte a toda la nave, para ello los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo.
- Conductores eléctricos

Los conductores aislados tendrán un recubrimiento que garantice su resistencia frente a acciones como la intemperie y tendrán que cumplir con las exigencias de la norma UNE 21030.

La sección de estos conductores se determinara con el cálculo de la caída de tensión desde el origen de la instalación hasta cualquier punto de utilización, siendo inferior al 1 % en las derivaciones individuales, del 3 % para la iluminación inferior y el 5 % para el resto de usos.

**Conductores de protección**

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aislantes, tal como se indica en la ITC-BT 20.

En los conductores de protección se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual o inferior a 16 milímetros cuadrados, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla de la normativa ITC-BT-19.

**En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:**

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto.
- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores.
- En una canalización móvil todos los conductores incluyendo el conductor de protección, irán por la misma canalización
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

**Identificación de los conductores**

Para la identificación de los conductores se ha de tener cuidado por lo que respecta el conductor neutro y el conductor de protección, siendo fácilmente su identificación. Para los conductores neutros se utiliza el color azul claro, para los

conductores con puesta a tierra el color amarillo y verde, y para los conductores de las fases, los colores negro, marrón y gris.

**Tubos protectores**

Los tubos protectores se clasifican según las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos de forma curva.
- UNE-EN50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

La resistencia de estos tubos estará determinada por la norma a la que pertenece cada uno, y todos ellos seguirán la aplicación de la Directiva de Productos para la construcción (89/106/CEE).

La correcta instalación de los tubos tendrá que cumplir con las normas ITC-BT-19 y laITC-BT-20.

# 5. DISCUSIÓN

Determinar el proceso tecnológico adecuado para la elaboración de columnas de hierro usando normas INEN destinadas a la edificación de viviendas.

En los diversos lugares que visitamos se pudo evidenciar primeramente la demora que tienen los constructores para cumplir con sus trabajos; es decir, se plantea reducir el tiempo para hacer una columna.

El primer paso es el cortado de los estribos: dependiendo del tamaño de la columna, el constructor toma la decisión de cuantos estribos van a ir en la columna, entonces; para lograr este procedimiento una persona mide y la siguiente va cortando con una cierra o cizalla; una vez que están cortados los estribos requeridos, en una mesa de doblado de doblan manualmente uno por uno los estribos.

El segundo paso es el amarrado de los estribos en las varillas de hierro (estas pueden ser 4, 6 y hasta 8 varillas): se seleccionan la medida a usar en la fabricación y se corta a la medida deseada por el constructor, seguidamente; el constructor con alambre de amarre sujeta uno a uno los estribos a las varillas.

**Con nuestro planteamiento lo vamos a comparar y lograr lo siguiente:**

| Tradicional | | | | Propuesta | Ahorro |
|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | costo mano de obra / Columna* | costo materiales / Columna | Total / Columna | Total / Columna | |
| V8 (15x15 - 12 – 6 a15) | 3,56 | 29,27 | 32,83 | 29,12 | 13% |

Tabla 10. Comparación entre método tradicional y método propuesto

Tomando como referencia que un albañil y un ayudante confeccionan 9 columnas diarias; Por lo tanto, el constructor puede ahorrar alrededor del 13% o más por columna.

Además, el proceso mecanizado es garantizado, que aseguran el producto con medidas precisas.

En el proceso tradicional por ser realizado a mano, no proporciona siempre un estribo simétrico, el atado por ser en forma manual este alambre sufre fatiga y deformación al ser sobretensionado o al estar sometido a la torsión ni garantiza un armado preciso.

## 5.1. Definir el tipo de armadura para columnas, dependiendo del tipo de vivienda

Luego de haber recorrido la ciudad en busca de datos se llegó a conformar la siguiente tabla, algo muy preocupante que hay que denotar es que la gran mayoría de las personas entrevistadas, sus estudios universitarios no corresponden a arquitectura o ingeniería civil.

En base a esto; el hecho de que se pueda establecer un producto que tenga una medida estándar, que contenga el material adecuado y en cantidades adecuadas, lo hace de real importancia.

**Al realizar el análisis tenemos:**

**Columnas de hierro destinadas a edificaciones de uno a dos pisos (de baja altura):**

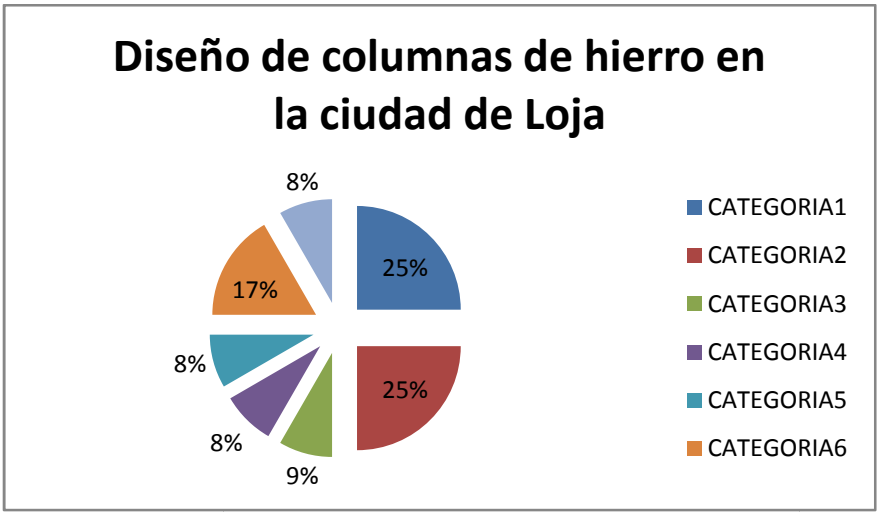



Figura 69. Columnas para la construcción de casas de baja altura

Cada categoría corresponde a los siguientes datos:

| DIAMETROS en mm. | | ARMADURA | |
|---|---|---|---|
| Principal | Estribo | Estribo en cm | Alt. Estr. cm |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Categoria1 | 12,0 | 8,0 | 20 x 20 | 1/4 |
| Categoria2 | 4x14 / 4x12 | 8,0 | 25 x 25 | 1/4 |
| Categoria3 | 16,0 | 8,0 | 25 x 25 | 1/4 |
| Categoria4 | 4x14 / 2x12 | 8,0 | 30 x 35 | 1/4 |
| Categoria5 | 14,0 | 8,0 | 25 x 25 | 1/4 |
| Categoria6 | 4x14 / 2x12 | 8,0 | 20 x 20 | 1/4 |
| Categoria7 | 12,0 | 8,0 | 16 x 16 | 1/4 |

Tabla 11. Medidas de estribos

Mientras que la AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica), recomienda las siguientes dimensiones para las construcciones de edificaciones de baja altura:

| Número de unidades | dimensión en mm | Observaciones |
|---|---|---|
| 40 | 6 | Usado para los estribos |
| 4 | 12 | Usado en el principal longitudinal |

Tabla 12. Medidas de AIS

**Conclusión**; bajo estos parámetros se indica que con el método tradicional, se sobrecargando la estructura de hierro; lo que significa encarecer la vivienda.

## 5.2. Estudio de impacto ambiental

### 5.2.1. Impacto visual

Aun siendo el presente proyecto de gran envergadura, cabe tener presente que dicha instalación se ubicará completamente dentro de un parque industrial que albergará una planta destinada a fabricar columnas de hierro. Por esta razón, el impacto visual adicional que causará la ejecución del proyecto será nulo.

### 5.2.2. Residuos especiales

Como resultado de las tareas de fabricación de las columnas se producirán residuos metálicos que son reciclados en su totalidad; el mantenimiento y lubricación de la grúa y demás equipos, se producirán pequeñas cantidades de aceites y lubricantes

degradados que deberán ser tratados y/o eliminados según lo dispuesto en la legislación medioambiental vigente.

### 5.2.3. Desmantelamiento y reciclaje

Una vez concluido el periodo de vida útil la nave industrial y la máquina, ésta podrá ser desmantelada y reciclada en su totalidad dado que más del 90 al 95% de su masa está compuesta de acero.

# 6. CONCLUSIONES

El presente documento pretende ser la respuesta a una necesidad de la empresa Constfacil Cía. Ltda. de montar una fábrica de columnas de hierro con malla electrosoldada destinadas a la edificación de viviendas civil con especificaciones reales. En consecuencia, se han seguido fielmente las especificaciones del proyecto y, por lo tanto, la nave industrial proyectada cumple con todos los requisitos demandados por el usuario.

- Se han dimensionado generosamente todos aquellos componentes cuya rotura implicaría el desprendimiento de la carga, utilizando coeficientes de seguridad a rotura mayores que 1,5.
- En lo referente al mantenimiento de las máquinas, se elaboró hojas de mantenimiento, que el personal deberá respetar para el buen funcionamiento de las mismas.
- Se han utilizado, en la medida de lo posible, componentes normalizados o de catálogo. De este modo se contribuye a la estandarización, así como a la reducción del coste total de la infraestructura.
- En conclusión, puede decirse que la nave industrial diseñada responde a las especificaciones del proyecto y además es una estructura segura, robusta, compacta, fiable, de fácil mantenimiento y coste razonable.
- Las grúas que fueron escogidas, fueron la mejor alternativa; que a la final, le ahorraran mucho tiempo y por lo tanto dinero a la empresa.
- La iluminación es la óptima para cuando la empresa necesite operar las 24hrs. Del día.

# 7. Recomendaciones:

- En vista del amplio espacio que existe en la planta, se recomienda ampliar la gama de fabricación de productos.
- Seguir con detalle los manuales de procedimientos y seguridad industrial.
- Llevar un constante control del mantenimiento de las máquinas.
- Proteger las máquinas de la humedad y del sol.
- Mantener siempre el orden en la planta
- Tener un espacio organizado para el almacenamiento de las herramientas.
- Pintar de forma que queden claras las distintas zonas que están en la planta; con colores vistosos, así como sugerimos la colocación de rótulos de información para evitar accidentes.
- Que el acceso a la planta sea limitado, para salvaguardar la propiedad intelectual del trabajo.

# 8. BIBLIOGRAFÍA

## Libros

Acosta, A., & Acosta, V. (1992). *Mecánica-Calor Tomo 1.* Bogotá: Editorial Cultural.

Alvarado, O., & Bustamante, J. (2009). *Diseño Mecánico y Sistema Automático Contra Incendios de un Tanque Atmosférico de Techo Cónico de 25000 Barriles para Almacenamiento de Hidrocarburos.* Loja.

Feynman, Leighton and Sands. (2005). *Lectures on physics.* Addison-Wesley.

Marion, J. B. (1996). *Dinámica clásica de las partículas y sistemas.* Barcelona: Reverté.

Ortega, M. R. (1989-2006). *Lecciones de Física (4 volúmenes).* Monytex.

Resnick, R. &. (2004). *Física 4ª.* México: CECSA.

Resnick, R., & Krane, K. S. (2004). *Physics.* New York: John Wiley & Sons.

Riba, j. (1979). *Ilimunación Interna.* Boixareu Editores.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers (6ª edición).* : Brooks/Cole.

Tipler, P. A. (2000 ). *Física para la ciencia y la tecnología (2 volúmenes).* Barcelona: Reverté.

## Sitios Web

ASIFUNCIONA S.L. (Junio de 2007). *asifunciona.* Recuperado el 22 de mayo de 2010, de asifunciona: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_factor_potencia/ke_factor_potencia_4.htm

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA - AIS -. (2007). *asosismica*. Recuperado el 26 de mayo de 2010, de

http://www.asosismica.org.co/index.php?idcategoria=4&cadena_buscar=normas+para+la+construccion

Garcia Fernandez, Javier; Oriol Boix. (2006). *edison*. Recuperado el 19 de Junio de 209, de http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html

Wikipedia. (23 de Junio de 2009). *Wikipedia.* Recuperado el 24 de Julio de 2010, de www.wikipedia.com

wikipedia. (7 de mayo de 2010). *wikipedia*. Recuperado el 22 de mayo de 2010, de http://es.wikipedia.org/wiki/Momento_flector

wikipedia. (16 de febrero de 2010). *wikipedia*. Recuperado el 25 de febrero de 2010, de http://es.wikipedia.org/wiki/Pendientes_y_deformaciones_en_vigas

# 9. ANEXOS

| DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIOS | | |
|---|---|---|
| DETALLE | ANDEN UNO | ANDEN DOS |
| Herramientas | Área = 33.12, Perímetro = 27.80 | Área = 29.57, Perímetro = 23.78 |
| Producción | Área = 167.73, Perímetro = 50.73 | ---- |
| Cámara transfo. | Área = 9.07, Perímetro = 14.55 | ---- |
| Área de descarga | Área = 257.20, Perímetro = 65.57 | ---- |
| Área de carga | ---- | Área = 213.36, Perímetro = 59.87 |
| Recorrido grúa y | Distancia Y= 25.1, Ángulo plano XY = 90 | Distancia = 25.91, Ángulo plano XY = 90 |
| Recorrido grúa x | Distancia X = 9.50, | Distancia X = 9.31 |
| Recorrido grúa z | Distancia Z =6.00 | Distancia Z =6.00 |
| Área anden | Área = 459.01, Perímetro = 101.42 | Área = 426.78, Perímetro = 101.94 |
| Oficina | Área = 27.26, Perímetro = 24.81 | ---- |
| Gerencia | Área = 27.47, Perímetro = 22.19 | ---- |
| Parqueo | Área = 481.91, Perímetro = 126.37 | ---- |
| Zona verde | Área = 233.07, Perímetro = 67.96 | ---- |
| Área total | Área = 1834.68, Perímetro = 184.04 | |

***Resumen de la visita a "Acerías Nacionales del Ecuador" ANDEC***

**Motivo:** Informarse sobre el sistema de cortado y doblado de la malla electrosoldada para la construcción de columnas de hierro.

En Guayaquil está una de las fábricas más grandes del Ecuador en la fabricación de productos cuya base es el acero; puesto que nuestra tesis está orientada a la fabricación de columnas de hierro solicitamos la autorización respectiva para poder realizar visitas a la planta de fabricación de columnas de hierro de la fábrica ANDEC.

Se necesito de tres visitas informativas donde se recopilo datos básicos para poder implantar el proyectó en la ciudad de Loja.

***1ra. Visita***

***Objetivo*: Obtener la idea general sobre el proceso a efectuarse en la fabricación de columnas de hierro.**

Tiempo de la visita: 8 horas aprox.

Responsable de la visita: Ing. Carlos Zamora.

*Fecha*: 26/02/2009

Primeramente hicimos un reconocimiento general de la planta, observamos el proceso de fabricación de las columnas, esto es: cortado, doblado y empaquetado.

El proceso de fabricación en la fábrica es de la siguiente manera:

**El proceso de cortado y doblado de la malla electrosoldada,** consiste en cortar la malla que está especialmente estructurada para hacer columnas de hierro para construcción en base de malla electrosoldada y con la misma máquina neumática hacer luego el doblado en cuatro partes para formar la columna de hierro.

**Último doblad de los estribos y empaquetado,** El último gancho de los estribos es doblado también por la máquina neumática para luego ubicarla en la cuna de almacenamiento para formar los paquetes de columnas dispuestos por norma de la siguiente manera:

| **Tipo** | **Descripción de la armadura** | **Dimensión cm** | **Embalaje un/paquete** |
|---|---|---|---|
| | Grafilado | | |
| 005C006-0881015 | PRINC 8,8mm; ESTR 5,5 mm C/15cm | 650 x 15 x 10 | 48 |
| 005C006-0881515 | PRINC 8,8mm; ESTR 5,5 mm C/15cm | 650 x 15 x 15 | 40 |
| 005C006-0881020 | PRINC 8,8mm; ESTR 5,5 mm C/15cm | 650 x 10 x 20 | 40 |
| 005C006-0701015 | PRINC 7,0mm; ESTR 4,0 mm C/15cm | 650 x 15 x 10 | 48 |
| 005C006-0701515 | PRINC 7,0mm; ESTR 4,0 mm C/15cm | 650 x 15 x 15 | 40 |
| 005C006-0701010 | PRINC 7,0mm; ESTR 4,0 mm C/15cm | 650 x 10 x 10 | 60 |

Por lo tanto, la columna de 650x15x10, formará un paquete de 48 columnas: 6 columnas de alto x 8 columnas a lo ancho.

Así mismo, la columna de 650x15x15, formará un paquete de 40 columnas: 5 columnas de alto x 8 columnas a lo ancho.

Conclusión de la visita:

Como resultado de la visita podemos anotar algunos puntos muy interesantes para nuestra investigación no solo en el campo de producción sino que además en el campo de seguridad industrial, ya que las normas para el ingreso son muy rígidas controlándose desde la vestimenta hasta los únicos lugares donde pueden transitar los visitantes; este último es muy importante ya que hay mucha maquinaria pesada como grúas que los visitantes fácilmente podrían tener contacto con una parte de dicha grúa y provocar accidentes fatales.

El casco, pantalón lee, zapatos de cuero para trabajo y para operar maquinaria guantes, son herramientas indispensables para estar dentro de la fábrica.

**2da. Visita**

***Objetivo***: Observar los procesos de fabricación de la malla electrosoldada.

*Tiempo de la visita*: 5 horas aprox.

*Responsable de la visita*: Ing. Carlos Zamora.

*Fecha*: 17/04/2009

Para esta segunda visita las inquietudes eran mayores ya teniendo una clara imagen de cómo era el proceso de producción de las columnas de hierro, lo que hizo que la visita sea menos improvisada; primeramente se observó el proceso de fundición para producción de la varilla, que se la hace a base de chatarra que la acumulan para luego ser fundida y hacer con esto barras de hierro de 20*20 cm por 4 metros aproximadamente de largo, luego está barra es calentado hasta lograr cierta elasticidad, y por medio de una maquina de extrusión calibrada se lograr hilos continuos, a continuación pasa por el laminado y por último es cortado en secciones de 12, 9 metros o medidas especiales para mallas electrosoldadas. Existen ciertos procesos en el tratamiento del acero que son reservados, no pueden ser detallados en este trabajo por normas de privacidad de la **Empresa Andec.**

**Tabla de temperaturas de varios metales en la extrusión en caliente**

| **Material** | **Temperatura [°C (°F)]** |
|---|---|
| Magnesio | 350-450 (650-850) |
| Aluminio | 350-500 (650-900) |
| Cobre | 600-1100 (1200-2000) |
| Acero | 1200-1300 (2200-2400) |
| Titanio | 700-1200 (1300-2100) |
| | 1000-1200 (1900-2200) |
| Aleaciones refractarias | Mayores a 2000 (4000) |

También se observó el proceso de fabricación de la malla electrosoldada, que es la materia prima básica para la elaboración de columnas, en esta etapa el proceso es realizado por una máquina semiautomatica; está maquina realiza la soldadura de punto, las varillas de 6,5mts de largo forman la parte principal de la columna y en forma perpendicular va colocadas las varillas que forman los estribos de la columna que son colocadas a medida por un aparato se encarga de arrastrar desde la punta las varillas colocadas en primera instancia se van soldado a medidas que han sido programas anteriormente por el operador.

**3ra. Visita**

*Objetivo*: Observar los sistemas de seguridad, grúas y electrificación dentro de la planta.

*Tiempo de la visita*: 6 horas aprox.

*Responsable de la visita*: Ing. Carlos Zamora.

*Fecha*: 10/07/2009

Para esta visita teníamos planificado observar y aprender más sobre como manejan la seguridad en la fábrica, así que nos llevaron con el departamento de seguridad de la fábrica para indicarnos ciertos parámetros que son necesarios para prevenir accidentes, tanto con la maquinaria como con el personal que trabaja o visita la fábrica; parte del manual de seguridad de Andec está en los anexos de este trabajo de tesis; el resto, por razones de privacidad no se nos fue permitido anexarlo.

Las grúas nos interesaban mucho, ya que había que tomar una decisión acerca de que tipo de grúa es la que mas nos convendría utilizar para movilizar nuestra carga; después de algunas conversaciones con operadores de la planta, constructores de grúas que fueron a la fábrica para reunirse con nosotros; tomamos la decisión que sería una grúa de tipo pórtico; el porque de la selección lo detallamos claramente en este trabajo de tesis. El siguiente punto, luego de haber escogido el tipo de grúa; el siguiente sería el de saber que carga debía levantar esta grúa; para eso recurrimos al centro de control de entrada y salida de productos; en donde nos entregaron las tablas en donde constan las cantidades y los pesos generalmente a transportar con grúas; fue aquí en donde vimos la necesidad de utilizar una grúa de 3 toneladas.

Para la parte de electrificación, hay un centro de transformación; la mayor parte de la maquinaria en la fábrica está a 440 v en tres fases; la razón es que revisando la fórmula de potencia: $p = v * i$, aumentamos el voltaje, disminuimos la intensidad y por lo tanto el calibre del conductor.

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN El. TRABAJO.** |
| **Página 1 de 1.** | FECHA **EDICIÓN** 2009-09-20 | **REVISION No. 1** |

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

a) Evitar el doble turno de trabajo para permitir una adecuada recuperación física y mental del trabajador.

b) Realizar reuniones de trabajo y de integración para mejorar las relaciones interpersonales entre los trabajadores del área.

c) Fomentar la Integración del grupo. Promoviendo la participación, respecto a alguna anomalía interna detectada del área de trabajo.

d) Está prohibido el ingreso a las instalaciones de Fabricas Constfacil con síntomas de haber ingerido bebidas alcohólicas y/o sustancias estupefacientes, e ingresar a la planta con ropa inadecuada (zapatillas, pantalonetas).

e) Está prohibido el uso del celular dentro de la planta de producción y durante maniobras operativas y/oen máquinas en movimiento.

f) Fomentar el orden y limpieza en los lugares de trabajo.

g) Informar oportunamente respecto a cualquier avería o desperfecto de máquinas, equipos y herramientas del área al jefe inmediato**.**

h) Informar cualquier condición sub-estándar presentada en las instalaciones que afecte la integridad física y de salud del trabajador al jefe superior.

i) Está prohibido que los expresos recojan personas ajenas a la empresa, además se prohíbe el consumo de tabaco y alcohol dentro de los expresos.

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SECCIÓN GRÚAS** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE ANDEC** |
| **Página 1 de 1.** | FECHA **EDICIÓN** 2009-09-20 | **REVISION No. 1** |

PARA REALIZAR TRABAJOS EN GRÚAS AÉREAS SE DEBERÁ OBLIGATORIAMENTE:

A) Verificar que el equipo esté totalmente desactivado.

B) Utilizar el equipo de protección adecuados (arnés anticaídas. cinturón antilumbago, guantes adecuados, casco de protección y botas de cuero con puntera metálicas).

C) Las grúas serán ubicadas en los lugares delimitados para su mantenimiento.

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE ANDEC** |
| **Página 1 de 3.** | FECHA **EDICIÓN** 2009-09-20 | **REVISION No. 1** |

PROCEDIMIENTOS Y DISPOSICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DEL AREA DE MANTENIMIENTO ELECTRICO

OBJETVO.- La presente Resolución establece las disposiciones básicas de Seguridad y Salud del Trabajo aplicables a los Equipos e Instalaciones Eléctricas con el Objetivo de prevenir o limitar el riesgo de accidente o contacto con la corriente eléctrica.

RESPONSABILIDAD.- Son responsables de la aplicación del presente procedimiento: Jefe División Mantenimiento, Jefe Departamento Eléctrico, Eléctricos y Electrónicos.

FORMULACION DEL PROCEDIMIENTO.-

1- RIESGOS ELÉCTRICOS (BAJA TENSIÓN)

A) Los conductores eléctricos fijos estarán debidamente polarizados respecto a tierra.

B) Los conductores portátiles y los suspendidos no se instalarán ni emplearán en circuitos que funcionen a tensiones superiores a 250 voltios, a menos que dichos conductores estén protegidos por una cubierta de caucho o polietileno.

C) No deberán emplearse conductores desnudos (excepto en caso de polarización). en todo caso se prohíbe su uso en locales de trabajo en que existan materiales muy combustibles o ambientes de gases. Polvo oproductos inflamables.

D) Los conductores desnudos, o cuyo revestimiento aislante sea insuficiente, se encontrarán fuera del alcance de las manos, y cuando esto no sea posible, serán eficazmente protegidos con el objeto de evitar cualquier contacto.

E) Los conductoreso cables para instalaciones en ambientes inflamables, explosivos o expuestos a la humedad, corrosión, etc., estarán homologados para este tipo de riesgo.

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE ANDEC** |
| **Página 2 de 3.** | FECHA **EDICIÓN** 2009-09-20 | **REVISION No. 1** |

F) Los conductores de baja tensión deberán estar debidamente normalizados.

2- INTERRUPTORES Y CORTA CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN

A) Los interruptores, fusibles, breaker y/o corta Circuitos no estarán descubiertos, a menos que estén montados de tal forma que no puedan producirse proyecciones ni arcos eléctricos o deberán estar completamente cerrados de tal manera que evite contacto fortuito de personas u objetos.

B) Se prohíbe el uso de interruptores de palanca o de cuchillas que no estén debidamente protegidos. Los interruptores situados en locales de carácter inflamable explosivos se colocarán fuera de la zona de peligro, cuando esto sea imposible, estarán cerrados en cajasantideflagantes o herméticas, según sea el caso, las cuales no se podrán abrir a menos que la fuente de energía eléctrica esté cerrada.

C) Los fusibles montados en tableros de distribución serán de construcción tal, que ningún elemento a tensión podrá tocarse y estarán instalados de tal manera que los mismos:

1. Puedan desconectarse por medio de un acumulador o automáticamente, antes de ser accesibles.

2. Puedan manipularse convenientemente por medio de herramientas aislantes apropiadas.

D) Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados dispuestos de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos, a menos que:

1. Estén instalados en locales destinados exclusivamente para el montaje de motores, y aislados de otros puestos de trabajo.

2. Estén instalados en alturas no inferiores a tres metros sobre el piso o plataforma de trabajo. o sea de tipo cerrado.

E) Nunca se instalarán motores eléctricos que no tengan el debido blindaje antideflagante o que sea de tipo antiexplosivo, probado en contacto o proximidad con materitas fácilmente combustibles ni en locales cuyos ambientes contengan gases, partículas o polvos inflamables o explosivos.

F) Los tableros de distribución para el control individual de los motores serán de tipo blindado y todos sus elementos a tensión estarán en un compartimiento cerrado.

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE ANDEC** |
| **Página 3 de 3.** | FECHA **EDICIÓN** 2009-09-20 | **REVISION No. 1** |

3- TRABAJOS DE REPARACIÓN EN INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

A) Antes de iniciar cualquier trabajo de reparación en baja tensión, se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo. Todas las instalaciones serán consideradas baja tensión mientras no se compruebe locontrario, la verificación de la ausencia de tensión debe sermediante el uso de aparatos *v/o* equipos adecuados (detectores de tensión. además del equipo de protección personal cascos, gafas, calcado), se emplearan en cada caso: banquetas, alfombras o pértigas aislantes.

B) No se restablecerán el servicio al finalizar los trabajos sin comprobar que no existe peligro alguno para el personal y equipos.

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PROCESO DE FABRICACIÓN** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE ANDEC** |
| **Página 1 de 1.** | FECHA **EDICIÓN** 2010-08-1 | **REVISION No. 1** |

| | |
|---|---|
| DESCARGA | • En esta etapa con la ayuda de una grúa se descarga la materia prima y es colocada en primera terraza. |
| CORTADO | • Con la ayuda de una cizalla manual, los operadores cortan la electromalla en tres o cuatro partes (dependiendo) haciendo paquetes de hasta 50 electromallas cortadas. |
| DOBLADO | • El doblado de la electromalla que ha sido cortado es doblado con la ayuda de una dobladora neumática. |
| ÚLTIMO DOBLADO DEL ESTRIBO | • Una a una, luego de ser doblada; la columna pasa a la mesa de doblado final para que un operador doble la última sección del estribo. |
| EMPAQUETADO | • En esta estapa,las columnas son colocaladas en una cuna para formar paquetes de hasta 40 columnas. |
| ALMACENAMIENTO | • Los paquetes de columnas según su medida, son colocados en la segunda terraza de almacenamiento. |
| DESPACHO | • Los paquetes de colmunas están listos para su despacho. |

| | | |
|---|---|---|
| **FÁBRICAS CONSTFACIL CÍA. LTDA.** | **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PROCESO DE FABRICACIÓN** | **REF. SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE ANDEC** |
| **Página 1 de 1.** | FECHA **EDICIÓN** 2010-08-1 | **REVISION No. 1** |

Las columnas en stock, estarán dispuestas de la siguiente manera:

| **Unidades por columna para stock** | | | |
|---|---|---|---|
| V 8,8 1510 | PRINC 8,8 mm; ESTR 5,5 mm C / 15 cm | 650 x 15 x 10 | 48 |
| V 8,8 1515 | PRINC 8,8 mm; ESTR 5,5 mm C / 15 cm | 650 x 15 x 15 | 40 |
| V 8,8 1520 | PRINC 8,8 mm; ESTR 5,5 mm C / 15 cm | 650 x 10 x 20 | 42 |
| V 7,0 1510 | PRINC 7,0 mm; ESTR 4,0 mm C / 15 cm | 650 x 15 x 10 | 48 |
| V 7,0 1515 | PRINC 7,0 mm; ESTR 4,0 mm C / 15 cm | 650 x 15 x 15 | 40 |
| V 7,0 1010 | PRINC 7,0 mm; ESTR 4,0 mm C / 15 cm | 650 x 10 x 10 | 60 |
| A10,0 1510 | PRINC 10,0 mm; ESTR 5,5 mm C/ 15cm | 650 x 15 x 10 | 48 |
| A8,0 1510 | PRINC 8,0 mm; ESTR 4, mm C/ 15cm | 650 x 15 x 10 | 48 |
| A12,0 1515 | PRINC 12,0 mm; ESTR 6, mm C/ 15cm | 650 x 15 x 15 | 40 |