



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS AL
DISEÑO DE LAYOUT DE UNA BASE DE
OPERACIONES DE EMPRESA DE SERVICIOS
PETROLEROS

Autor: Matías Podeley

Director de Tesis:
Ing. Mónica Lucioli

2007

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos que me apoyaron tanto durante todos mis años de estudiante.

Al ITBA y al Colegio Nacional de Buenos Aires por la excelente formación académica y humana que me dieron.

A la gente de Baker Oil Tools Argentina, por su predisposición a ayudar, enseñar y discutir ideas:

Carlos Vega, Daniel Allioti, Pedro Riquelme, Carolina Etcheverry y Rafal Pinzón

A mi tutora Monica Lucioli quien contribuyó con su experiencia y valiosísimos consejos.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation paper is to provide improved facility design, processes and practices for Baker Oil Tool's shopfloor and warehouse in Neuquen City,

Documentation on processes and on the ongoing activities was scarce or inexistent, so gathering information and involving the stakeholders was crucial.

Tools had to be found for successfully communicating and validating ideas with people with very different backgrounds, responsibilities and insights.

An important part of the task was achieved using traditional facilities design methodologies, nevertheless the author experimented with Google Sketchup in the design and communication process. This software, used mostly by architects and landscape contractors, renders 3d modeling of facilities affordable thanks to its low cost, ease of use and speed.

The result was the involving of every stakeholder in the design, achieving a validated and tested facility which sensibly outperforms the existing one in terms of layout, safety and material handling

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito de este trabajo es el diseño y mejora de procesos de una base de operaciones de Baker Oil Tools en la ciudad de Neuquén

La documentación de procesos y actividades en la planta existente era escasa e imprecisa. Recopilar información rápidamente e involucrar a los “socios del proceso” era crucial para poder cumplir con los plazos establecidos. Debían encontrarse herramientas para comunicar y validar exitosamente las ideas con gente de distintos perfiles, responsabilidades y tareas.

Hubo una parte importante del trabajo que se realizó utilizando la metodología clásica de diseño de layouts: relevamiento de procesos, cuantificación de flujos, cuadro relacional, mejores prácticas de diseño de almacenes. Sin embargo el aspecto novedoso fue el uso de una herramienta utilizada por arquitectos y paisajistas: Google Sketchup. La principal diferencia de este software con otros programas de diseño es su simplicidad de uso y bajo costo. Pueden realizarse modelos esquemáticos literalmente en segundos, lo que permite que pueda utilizarse en reuniones para ir graficando ideas mientras estas surgen, como si se tratase de un boceto en lápiz y papel.

Antes de Google Sketchup el costo de modelos tridimensionales era difícilmente justificable, en este trabajo veremos su aplicación económica y los beneficios que trae.

El resultado fue la generación de un diseño consensuado y validado con los “socios del proceso” en poco tiempo. La solución alcanzada supera sensiblemente a la base en operación en cuanto a distribución de las áreas, manipuleo y seguridad.

1	INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA	- 1 -
1.2	CARÁCTER DEL PROBLEMA	- 1 -
1.3	MOTIVACIÓN PARA ABORDARLO.....	- 1 -
1.4	QUÉ PASOS SE REALIZARON.....	- 2 -
1.5	CRITERIOS DE ÉXITO	- 3 -
2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	- 5 -
2.1	LA EMPRESA, LA DIVISIÓN Y LA BASE DE NEUQUEN	- 7 -
2.2	LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS	- 8 -
2.2.1	INTRODUCCIÓN	- 8 -
2.2.2	SISTEMAS DE LINER HANGERS.....	- 9 -
2.2.3	PACKERS (EMPACADURAS)	- 11 -
2.2.4	TAPONES	- 11 -
2.3	SITUACIÓN DE LA BASE NQN	- 11 -
2.3.1	PANORAMA GENERAL	- 12 -
2.3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE	- 15 -
2.3.3	ALMACÉN	- 21 -
2.3.4	MANEJO DE MATERIALES	- 25 -
2.4	RECURSOS Y RESTRICCIONES	- 31 -
2.5	OBJETIVOS	- 34 -
2.6	ALCANCE.....	- 35 -
2.7	ENFOQUE.....	- 35 -
3	SOLUCIÓN PROPUESTA.....	- 39 -
3.1	DESARROLLO DEL LAYOUT GENERAL.....	- 41 -
3.1.1	DEPARTAMENTALIZACIÓN	- 41 -
3.1.2	CÁLCULO PREELIMINAR DE LAS DIMENSIONES DE CADA DEPARTAMENTO	- 42 -
3.1.3	DISTRIBUCIÓN PRELIMINAR DE LAS ÁREAS.....	- 44 -
3.2	SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES	- 48 -
3.2.1	UBICACIÓN Y DISEÑO DE ÁREAS DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES.....	- 48 -
3.2.2	IZAMIENTO/ TRASLADO DE CARGAS TUBULARES O AMORFAS DENTRO DE LA NAVE	- 54 -
3.3	DISEÑO DE ALMACÉN	- 60 -
3.3.1	DEPARTAMENTALIZACIÓN	- 60 -
3.3.2	ANÁLISIS	- 61 -
3.3.3	DISEÑO DEL LAYOUT DEL ALMACÉN.....	- 64 -
3.4	OTRAS PROPUESTAS DE MEJORA	- 72 -
4	RESULTADOS.....	- 77 -
4.1	PRESENTACIÓN FINAL DE LA INSTALACIÓN	- 79 -
4.1.1	LA NAVE INDUSTRIAL	- 79 -
4.1.2	EDIFICIO ADOSADO A LA NAVE	- 80 -
4.1.3	PLAYONES	- 83 -
4.1.4	TALLER.....	- 84 -
4.2	SÍNTESIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES PROPUESTAS.....	- 86 -

4.3 REVISIÓN DE GOOGLE SKETCHUP CÓMO HERRAMIENTA DE DISEÑO DE LAYOUTS. - 88 -

BIBLIOGRAFÍA..... - 91 -

5 ANEXOS - 93 -

5.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE LINER HANGER - 93 -

5.2 ETAPAS DE UN POZO - 96 -

5.2.1 PLANNING - 96 -

5.2.2 PERFORACIÓN (DRILLING) - 96 -

5.2.3 ABANDONO (ABANDONMENT) - 97 -

5.2.4 INTERVENCIÓN Y RETRABAJOS (WELL WORKOVER AND INTERVENTION) - 97 -

5.3 LA PLANIFICACIÓN DE INSTALACIONES Y EL DESARROLLO DE LAYOUTS - 98 -

5.3.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN - 98 -

5.3.2 IMPORTANCIA..... - 98 -

5.3.3 METODOLOGÍAS - 99 -

5.3.4 FACTOR HUMANO Y RESISTENCIA AL CAMBIO - 101 -

5.4 DESARROLLO DE LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS - 102 -

5.4.1 HERRAMIENTAS PARA LA ETAPA DE DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA - 102 -

5.4.2 HERRAMIENTAS PARA GENERAR ALTERNATIVAS - 103 -

5.5 AUDITORIA MANEJO DE MATERIALES..... - 105 -

5.6 GLOSARIO - 110 -

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema y su importancia

El objetivo de este trabajo es diseñar un layout y aportar propuestas de mejora de procesos y prácticas para la nueva ubicación de la base de operaciones que Baker Oil Tools tiene en la ciudad de Neuquén.

El acercamiento al problema fue un híbrido de diseño de instalación y reingeniería; tratándose de una mudanza se disponía de un proceso en funcionamiento y una variedad de recursos existentes que resultaba práctico y económico aprovechar.

Algunos de los factores que dificultaban la tarea eran la ventana de tiempo para presentar los requerimientos a los proyectistas era muy acotada, debía trabajarse rápidamente. La base de operaciones estaba ubicada en la ciudad de Neuquén, mientras que el trabajo de diseño de la instalación se llevaría adelante principalmente desde Buenos Aires. La línea de productos es muy amplia y personalizable, el asimilar la información necesaria podía llevar un tiempo considerable. Además la empresa se encontraba en un periodo de cambio, al comenzar con el proyecto no había ni gerente de base ni responsable de HS&E, el gerente de distrito llevaba poco tiempo en el país.

1.2 Carácter del problema

A diferencia de los problemas que el autor de este trabajo final estaba acostumbrado a abordar en la universidad, aquí la información estaba dispersa o no existía, la consigna no era tan clara y se debía tratar con personas de distintos perfiles, cada una con sus tareas, puntos de vista, inquietudes y opiniones.

Hubo una parte importante de análisis de datos y se aplicaron una variedad de herramientas tales como el histograma de Pareto, algoritmos para el diseño de layouts, manejo de bases de datos, como así también el ojo clínico adquirido en materias como organización de la producción o logística.

1.3 Motivación para abordarlo

El planeamiento de instalaciones es un área muy importante en prácticamente cualquier industria. Una instalación suele amortizarse en un periodo relativamente largo y su objetivo es dar un adecuado soporte a los requerimientos de los procesos productivos y operaciones que se realizarán en la misma. Es decir su impacto suele ser no menor en cuanto a los costos de capital, operativos y de seguridad.

Una razón muy importante para elegir este proyecto como trabajo final es que se trata de un problema real. Es una excelente forma de terminar la carrera, no es una simple

aplicación de lo aprendido en el aula, es la oportunidad de comenzar a aprender lo que no se aprendió en ella.

1.4 Qué pasos se realizaron

Antes de comenzar el proyecto el autor de este trabajo intentó volverse un experto en diseño de instalaciones leyendo dos manuales muy completos sobre el tema.

La bibliografía se ponía de acuerdo en que a grandes rasgos los pasos a seguir son los de cualquier problema de diseño:

1. Definir qué va a hacer lo que se está diseñando. Este paso incluye buscar o estimar información relevante (procesos, flujos de materiales, personas e información, recursos), definir objetivos y alcance.
2. Generar soluciones alternativas. Una vez que se sabe que problemas se va a resolver es cuestión de proponer las soluciones.
3. Evaluar y seleccionar la alternativa.

Aunque a grandes rasgos se respetó este esquema, el proceso terminó no siendo tan lineal, muchas soluciones se fueron generando (y evaluando y seleccionado) a medida que se entendía el proceso y el objetivo.

Se comenzó por leer los manuales de calidad, tener charlas con las personas involucradas en el proceso, recorrer la planta, tomar fotografías, armar un plano muy detallado de la base actual, realizar una auditoría del sistema de manejo de materiales.

Para generar alternativas se usó el método del cuadro relacional para diseño de layouts, se analizaron datos históricos y perspectivas de crecimiento. Fueron muy valiosas las sugerencias de las personas que están en contacto con el día a día de la operación de la planta, cómo el coordinador de operaciones y el almacenista.

Este aporte fue potenciado por el uso de una poderosa herramienta visual: Google Sketchup. Esta herramienta combina la facilidad de uso del lápiz y el papel con el poder de visualización de la maquetería. Gracias a su uso se pudo generar rápidamente un diseño de la base y se trabajó sobre el mismo, mostrándose a los involucrados y permitiendo ensayar y visualizar ideas propuestas muy rápidamente. Esta herramienta se está volviendo popular entre arquitectos, paisajistas y diseñadores de video juegos [www.sketchup.com, 2007]. Su facilidad de uso la hace una adición espectacular a la caja de herramientas del ingeniero industrial.

La utilización de esta herramienta constituye uno de los puntos más interesantes del trabajo final.

1.5 Criterios de éxito

El principal criterio de éxito de este proyecto es lograr ayudar a encontrar una solución satisfactoria al problema de diseño de la nueva instalación. Con esto me refiero a mejorar las condiciones de flujo de materiales, de uso del espacio, de seguridad personal, y de resguardo de los materiales. Siempre dentro de un “costo razonable”.

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como ya se adelantó, el problema a solucionar es el diseño de layout de una base de operaciones de una empresa de servicios petroleros.

La definición del problema es un problema en si mismo que requiere el acopio y selección de información, la definición de objetivos y el alcance de la tarea a realizarse.

En este capítulo se definirá con mayor precisión cual es el problema a resolver, describiendo los aspectos relevantes de la situación de la base actual, explicitando los objetivos, definiendo el alcance y describiendo algunos de los recursos y restricciones. En otras palabras, este capítulo se trata de dar el enunciado del, o mejor dicho *los* problemas que se resolverán en el Capítulo 3.

La empresa, la división y la base Neuquén	2.1
Productos y Servicios	2.2
Situación de la Base NQN	2.3
Recursos y restricciones	2.4
Objetivos	2.5
Alcance	2.6
Enfoque	2.7

2.1 La empresa, la división y la base de Neuquen

Baker Hughes es la tercera empresa de servicios petroleros detrás de Schlumberger y Halliburton. Su sede central se encuentra en Houston y tiene sedes importantes en Aberdeen, Singapur y Dubai. La compañía, de 100 años de historia, tiene 9 divisiones, cada una especializada en un aspecto del negocio: brocas, bombas, completaciones, exploración, etc.

Esta proliferación de divisiones es el producto de décadas de fusiones y adquisiciones. La compañía se organiza en 4 regiones: EARC (Europa, Asia, Rusia y Mar Caspio), MEAP (Oriente medio y Asia pacífico), NA (Norte América) y LA (Latin America).

Baker Oil Tools es la División de Baker Hughes líder en completaciones, retrabajos y pesca. Actualmente la división cuenta con 30 empleados en la Argentina repartidos en cinco bases; a saber: Neuquén, Buenos Aires, Comodoro Rivadavia, Tartagal y Rio Gallegos.

En la Argentina, además de con sus grandes competidores mencionados anteriormente compete con Weatherford y BJ entre otras.

La base de operaciones de la ciudad de Neuquén es la más importante de la división; contando con una dotación de dieciséis empleados. La base se sitúa en un edificio alquilado en la ciudad de Neuquén, sobre la calle Perticone, colectora de la Ruta Nacional 22 y es compartida con Baker Petrolite (que solo utiliza oficinas). La gerencia y las personas involucradas en el proceso estaban de acuerdo en que existían varios puntos mejorables en la operación de la planta: algunas de las máquinas empleadas, la distribución física de la planta (especialmente las áreas de expedición y recepción) y la ausencia de un área de almacén completamente separada del proceso.

Una razón importante para mudar la base es que a raíz del crecimiento explosivo de la ciudad la zona se ha vuelto más comercial y el drástico incremento en la densidad del tránsito ha dificultado sensiblemente las operaciones.

Mercados que abastece

La base abastece principalmente a las operadoras que trabajan en la cuenca petrolífera Neuquina. Sin embargo también esporádicamente se venden equipos y servicios a operaciones en las cuencas Austral, Cuyana, Noroeste y del Golfo San Jorge.

Actividades que se desarrollan

En la base se almacenan y ensamblan los componentes que integran las herramientas que la empresa vende o alquila a las operadoras. Es también un taller de reparaciones y mantenimiento de equipo del cliente.

2.2 Los productos y Servicios

2.2.1 Introducción

La compañía provee equipos y servicios para ser usados desde la terminación y durante el ciclo productivo del pozo hasta su retrabajo y abandono.

Los productos y servicios de completaciones incluyen: *liner hangers*, *packers* (empacaduras), tapones y completaciones multilaterales.

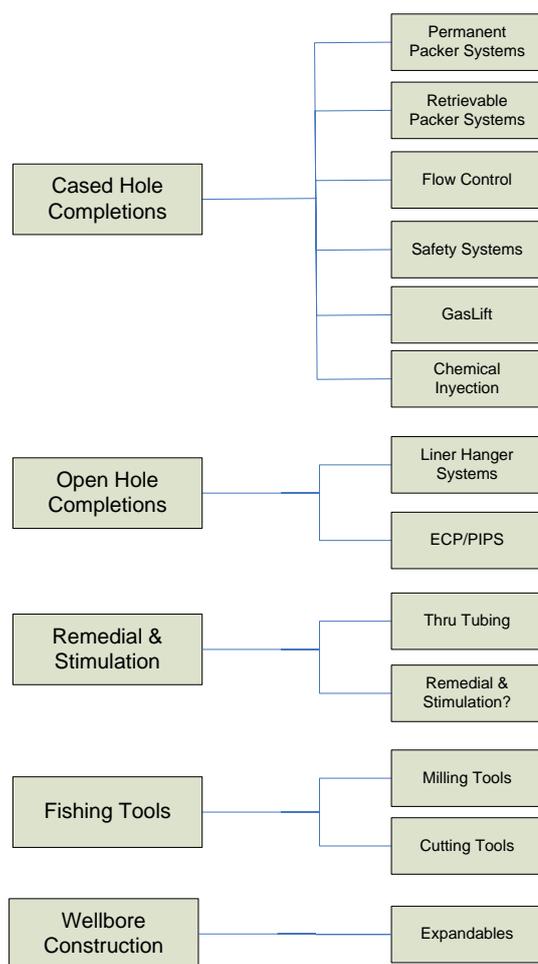


Ilustración 1. Familias de productos

Los productos están divididos en familias según la operación para la que se utilizaran.: Completaciones de hoyo abierto o entubado, reparación y estimulación, fishing (rescate de herramientas del pozo) y construcción del pozo (Ilustración 1).

Dentro de cada familia se distinguen productos para venta, para alquiler y repuestos. Por ejemplo, en el caso del *liner hangers*, el *hanger*, el *top packer* y el *shoe track* son productos para venta, que quedan en el pozo, el *setting tool* es un producto de alquiler, la empresa no solo vende el *liner*, también vende el servicio de instalación. Un repuesto

puede ser algún o'ring, tornillo u alguna otra pieza que eventualmente pueda reemplazarse en caso de reparación.

Se trabaja una variedad notable de productos en cuanto a tamaño, aplicación y costo.

Sin embargo, el 85% de las ventas en unidades se concentra en tres familias de productos (Ilustración 32).

- *Liner Hangers* (entre 30 y 50 ensambles al año)
- *Packer recuperables* (entre 200 y 300 al año)
- *Línea Workover* (entre 100 y 200 unidades al año)

2.2.2 Sistemas de Liner Hangers

Los *liner hangers* (colgadores), suspenden una sección de tubo (*liner*) dentro del fondo de la sección previa de *casing*, el *liner hanger* tiene un mecanismo que agarra el interior del *casing* y soporta el peso del *liner* que queda por debajo.

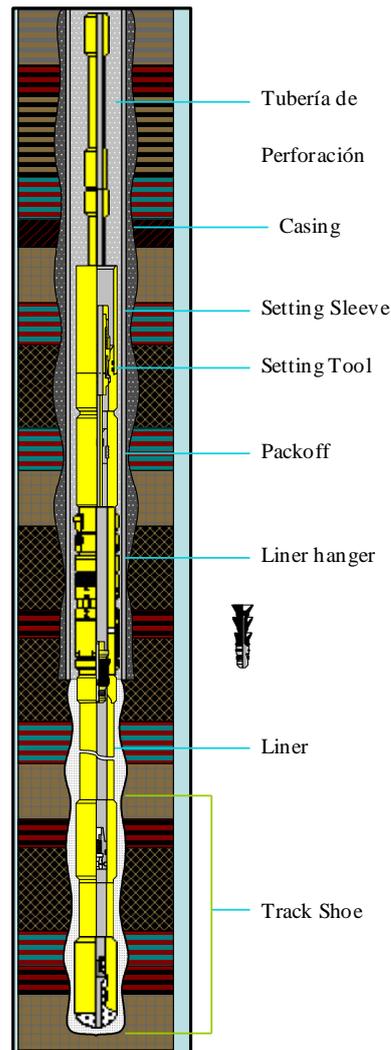


Ilustración 2. Componentes de un Sistema de Liner Hanger

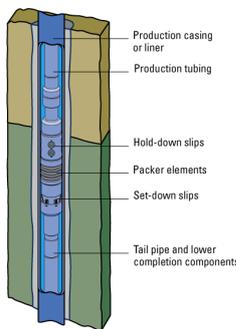
Un *liner hanger* (Ilustración 2) puede tener una variedad de piezas según la longitud de la cañería a ser colgada, la presión de trabajo, las características del pozo, nivel de confianza, y como se lo desee operar. Además para cada pieza existe una gran variedad de roscas según las características y el fabricante de la cañería.

Running Tool

A las herramientas que se quedan en el pozo y que cumplirán funciones en el mismo (sostener tuberías, aislar áreas, etc) se suman las herramientas de colocación o *running tools*- Este herramental se cuelga de la tubería de perforación y acciona las grampas del *liner hanger* y aplasta el *top packer*. En la parte inferior de la tubería que cuelga del *liner hanger* se coloca una zapata (o *shoe*)

Para más detalles sobre los componentes de un sistema de *liner hangers* referirse al anexo “Componentes de un sistema de *liner hanger*” **Error! Bookmark not defined.**

2.2.3 Packers (empacaduras)



Los *packers* son sellos que se utilizan para aislar la tubería de producción del *casing* o del *liner*, permitiendo la producción controlada, la inyección o el tratamiento. Un ensamble de packer generalmente incorpora algún medio de sujeción a la tubería que lo aloja y medios para garantizar un sello mecánico que aisle el *annulus* (region entre la tubería estructural y la de producción). Se clasifica a los *packers* según su aplicación, forma de colocación (cable, tubería de perforación) y su capacidad de ser recuperables

o no.

2.2.4 Taponos

Los taponos son un medio de aislamiento que se coloca dentro del *casing* o *liner*. Puede ser recuperable o no después del uso. Puede servir, por ejemplo, para aislar una zona que debe ser tratada. Un bridge plug se usa en combinación con un packer para permitir la localización e inyección del fluido de tratamiento y estimulación.

2.3 Situación de la Base NQN

En esta sección se describirán brevemente los aspectos relevantes de la situación de la base. Esta descripción fue elaborada a partir de visitas a la planta, entrevistas con el personal, revisión de documentación (manuales ISO, documentos internos, planillas de cálculo), una auditoría de manejo de materiales y la elaboración de un plano de la base actual. Realizar este trabajo fue fundamental para ver aciertos y desaciertos en la solución actual y tener la valiosísima posibilidad de interactuar con el proceso y los involucrados.

2.3.1 Panorama General

Actividades que se desarrollan

Almacenamiento, ensamble, reparación y prueba de herramental para la industria del petróleo y gas.

Particularidades

- Gran variedad de piezas en cuanto a tipo, volumen y peso
- Existe un importante inventario de movimiento lento
- Bajo volumen de ventas. No hay cuellos de botella en el proceso productivo.
- Los tiempos de prueba y ensamble son despreciables frente a los plazos que se manejan en la etapa de diseño, transporte, fabricación
- Ritmo de trabajo altamente irregular
- Baja ocupación de los recursos
- Mano de Obra suficiente
- Gran parte del trabajo se realiza en el pozo. Se necesita el soporte de un taller, especialmente para la prueba y reparación de equipos, pero el tiempo de ensamble y prueba de un equipo, incluso de uno grande y complejo, no es significativo comparado con otros tiempos que se manejan. administrativos, de fabricación de piezas hasta (7 meses de leadtime), de fletes (en el orden de dos semanas). Un *liner hanger* puede llevar a lo sumo media jornada de trabajo en prepararse y probarse, se despachan entre 30 y 50 al año.

Edificio:

- Superficie: 1,412 m²
- 3 puentes grúas
- 1 máquina de torque (Ilustración 7- 18 -)
- 6 posiciones para morsas (Ilustración 5 - 16 -)
- 1 banco de pruebas de presión
- 1 estación de lavado
- Salida a dos calles

Personal

La base cuenta con una dotación de 17 empleados:

- 3 personas de ventas/marketing
- 1 responsable de higiene y seguridad (externo)
- 1 responsable de finanzas
- 1 coordinador de operaciones

- 9 operadores
- 1 almacenista
- 1 asistente de almacenista

Ubicación y layout actuales

La base se sitúa en un edificio alquilado en la ciudad de Neuquén, sobre la calle Perticone, colectora de la Ruta Nacional 22 y es compartida con Baker Petrolite (qué solo utiliza oficinas).

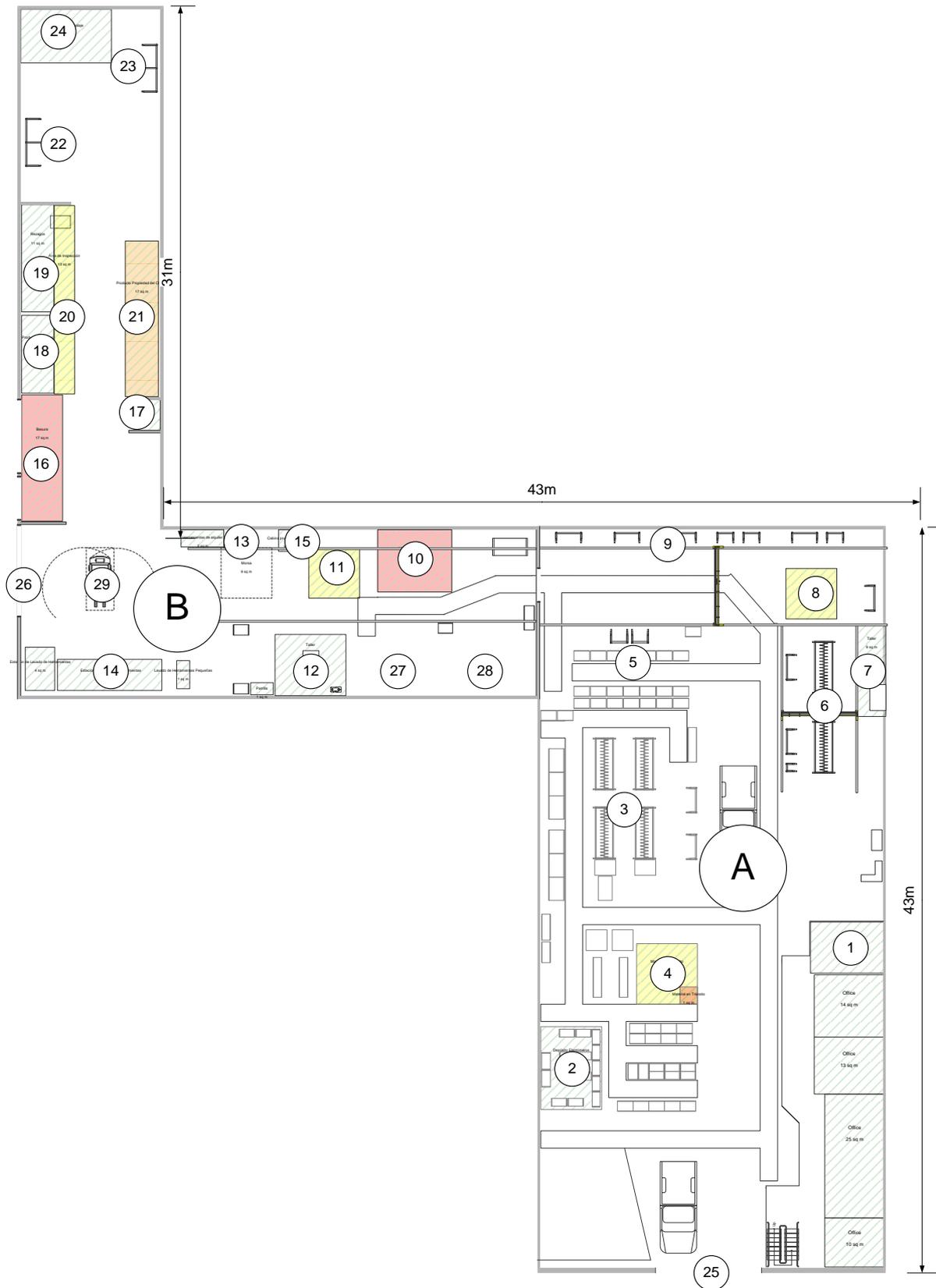


Ilustración 3. Layout de la base actual.

Sector A

Oficinas administrativas y recepción. (1)
Almacenamiento de Elastómeros (2)
Almacenamiento equipo de Venta (3, 9)
Almacenamiento equipamiento de Alquiler (3, 6, 9, 22)
Morsas (8,11)
Área de Prueba Hidrostática (15)
Taller
Máquina de Torque (10)

Sector B

Área de Clasificación de Materiales
Pulmón de Recepción (4)
Área de Recepción expedición material de pozo (28, 29)
Área de lavado de herramientas (14)
Área de recepción material pequeño/ entrada de camionetas (25)
Cocina (27)
Vestuario (28)



Ilustración 4. Taller.

2.3.2 Descripción del proceso de ensamble

En el taller se ensamblan y prueban los equipos que vende o alquila la empresa y se reparan equipos del cliente fabricados o no por la empresa.

Si bien los productos varían drásticamente en especificaciones, dimensiones y funciones gran parte el proceso que atraviesan es similar.

Por lo general se trata de elementos tubulares que deben ser enroscados entre sí. Los ensambles pueden ser luego probados en un banco de prueba hidrostática.

Los equipos que vienen del pozo adicionalmente deben ser lavados. Los componentes de los equipos están a su vez conformados por piezas que pueden ser reemplazadas, como o-rings, tornillos, lengüetas, etc. Algunas piezas nuevas también vienen como kits y deben ser ensambladas en la base.

La línea más relevante a analizar es la de *liner hangers* debido a sus dimensiones, cantidad vendida y complejidad del proceso de armado.

Pueden distinguirse cuatro partes en un equipo de este tipo; *Surface equipment*, *running tool*, conjunto *casing-liner hanger* (o *top packer-liner hanger*) y *track shoe*. (Referirse al anexo *Componentes de un sistema de liner hanger - 93 -*

Cada segmento puede usar distintas tecnologías, modelos, tipos de roscas y diámetros, según la profundidad del pozo, el diámetro de las tuberías, el tipo de rosca empleados y características del pozo (gas/petroleo), presión de trabajo, temperatura, etc.

El ejemplo descrito es el de un *liner hanger* hidráulico con *top packer*. Se elige este equipo porque es un caso más complejo, con más piezas, que un conjunto homólogo con *casing* y con colgador mecánico.



Ilustración 5. Morsas

Diagrama Operaciones ensamble de Liner Hanger

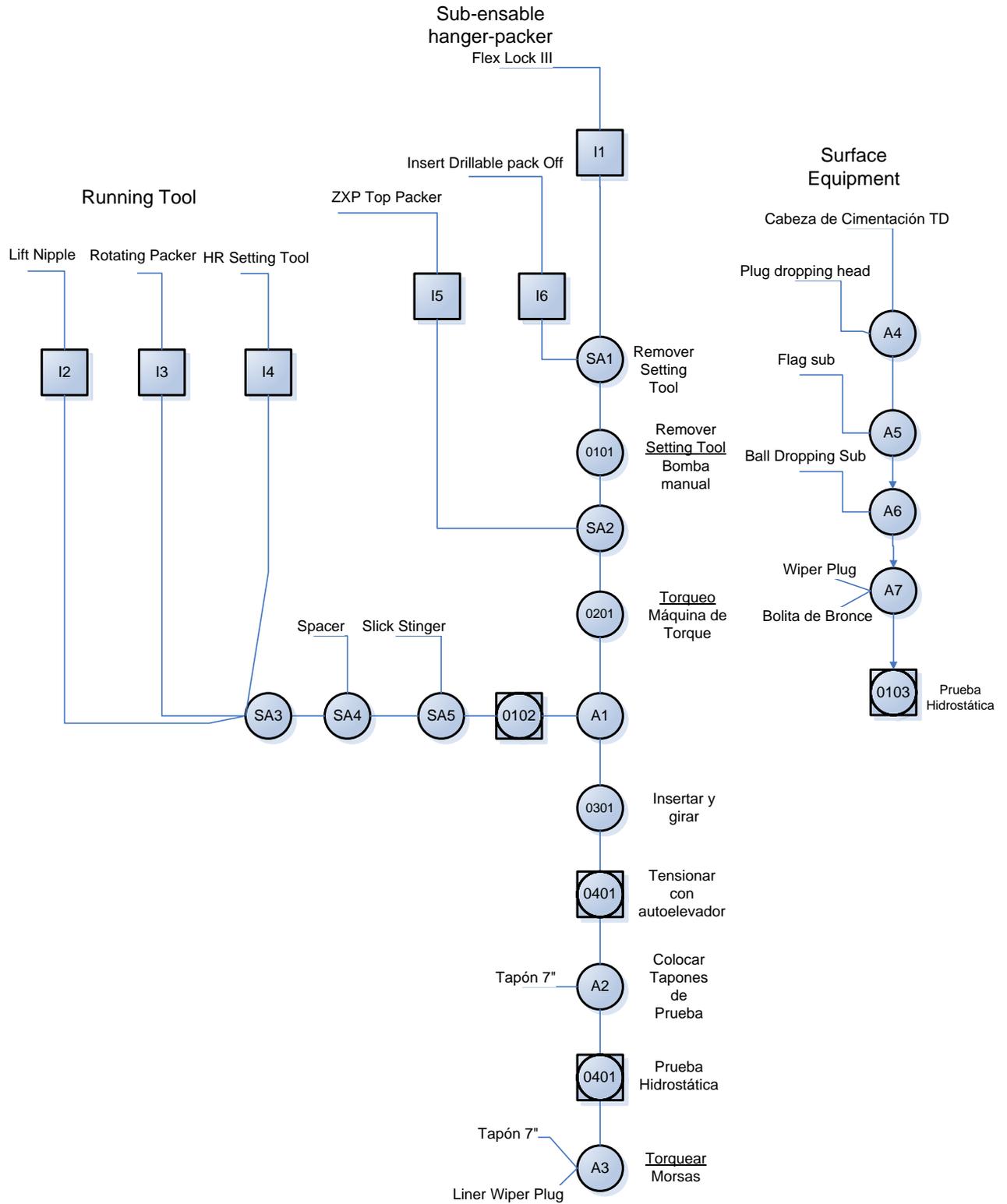


Ilustración 6, Diagrama de Operaciones

Sub ensamble hanger-packer

Se comienza por armar el ensamble *hanger-packer*, es decir la herramienta que sostendrá al *liner* colgando del *casing* para evitar que este se aplaste contra el fondo del pozo y sellará el espacio entre estos, para esto se coloca, con ayuda del puente grúa, el *liner hanger* en una *morsa* (Ilustración 5) y se le coloca un *pack-off insertable* [SA1], este dispositivo sella por debajo al *top packer* permitiendo un adecuado flujo hidráulico y de cemento. el *pack-off* se fija por presión aplicada por una bomba manual durante 15 minutos [0101]. En la parte superior del *liner* se enrosca con una grasa espacial un *top packer* [SA2].

Recordemos que este equipo puede llegar a una longitud de 6 metros y un diámetro de más de 7 pulgadas, por lo que estas operaciones se realizan haciendo uso del puente grúa, caballetes y llaves especiales. El conjunto se torquea en una máquina de torque [0201] (Ilustración 7).



Ilustración 7. Máquina de torque.

Running Tool

Luego se procede a armar el *running tool* [SA4], el dispositivo que se une a la tubería de perforación para llevar el *liner*, suspendido del *liner hanger*, a la profundidad a la que debe colocarse. Se comienza por enroscar el *Lift nipple*, la pieza que hará de puente entre la tubería de perforación y el resto del *running tool*) al *rotating packer setting dog*

sub (la herramienta que acciona el anclaje del *top packer*) [SA3] y al *setting tool* (la herramienta que sostiene y suelta el *liner* en su lugar), estas uniones se torquean en el banco de torque. Al subensamble se enrosca un *spacer* (tubo mudo que queda en el medio para que las dimensiones del resto del equipo sean las adecuadas) [SA4] y a este se le enrosca un *slick stinger* (qué es la sección de tubo que pasa a través del *insert packoff* para aislar la tubería de perforación del *liner* y evitar que el flujo vaya hacia arriba), es la sección por la que el fluido o el cemento entra al *liner*.

Ensamble

A continuación, con ayuda de los caballetes y el puente grúa, se inserta el *running tool* en el *top packer* hasta que el *setting tool* encastre dentro del perfil del *top packer* [A1]. Luego se gira desde el *lift nipple* para que los *torque fingers* del *setting tool* ingresen en el perfil [0301]. Esta operación puede necesitar un despeje de más de 30 m. Posteriormente se tracciona desde el *lift nipple* con la camisa sujeta en una prensa para verificar que soporte la tracción [0401] (recordemos que el *running tool* deberá soportar todo el peso de la cañería que cuelgue del *liner hanger* mientras lo coloque en su lugar con la tubería de perforación, el *liner* puede llegar a medir cientos de metros y pesar varias toneladas).

Prueba Hidrostática

Finalmente se colocan tapones al conjunto [A2] y se le realiza la prueba hidrostática en el banco de pruebas [0401]. La prueba consiste en bombear fluido a alta presión durante una cantidad de minutos.

Al finalizar la prueba hidrostática se coloca el *wiper plug* (que barrerá todo el cemento alojado en el *liner* en la etapa de cementación) y *plug holder bushing* (que sostiene al tapón mientras se bombea cemento y fluidos) en el final del ensamble [A3].

Equipo de superficie

Se enrosca la cabeza de cementación al *plug dropping head* [A4] (desde donde se lanza un tapón que barre el cemento de la tubería de perforación y se acopla al tapón alojado en el *liner* para impulsarlo y barrer el que se encuentra en el *liner*, para cementar el equipo al pozo) (desde donde se lanza una bola que taponar una sección del *liner* para actuar los sistemas hidráulicos, hasta que se alcanza cierta presión) Luego se enrosca al *flag sub* [A5] (un módulo que tiene un testigo mecánico que indica cuando se lanzó el tapón) y el extremo inferior de este se enrosca al *ball dropping sub* [A6]. Se coloca el *wiper plug* y la bolita de bronce [A7] en los *slots* correspondientes.

Se realiza la prueba hidrostática del equipo de superficie [0103].

Shoe Track

En el extremo inferior del *liner* se colocarán también un *landing collar* (que es donde el *wiper plug* y la bola se detienen) y un *float shoe* que hace de guía del *liner* mientras se

baja a su profundidad de fijación y tiene boquillas para que el cemento fluya hacia el espacio intersticial entre el pozo y el *liner* y un mecanismo para que el cemento no reingrese. Estos dispositivos son insertos que se colocan en la el primer tramo que baja del *liner* del cliente.

2.3.3 Almacén

El inventario cuenta con más de 2500 referencias, que van desde tornillos y o'rings hasta cabezas de cementación de más de media tonelada. Cada referencia tiene su correspondiente código.

En la base se almacenan una variedad de materiales que pueden clasificarse:

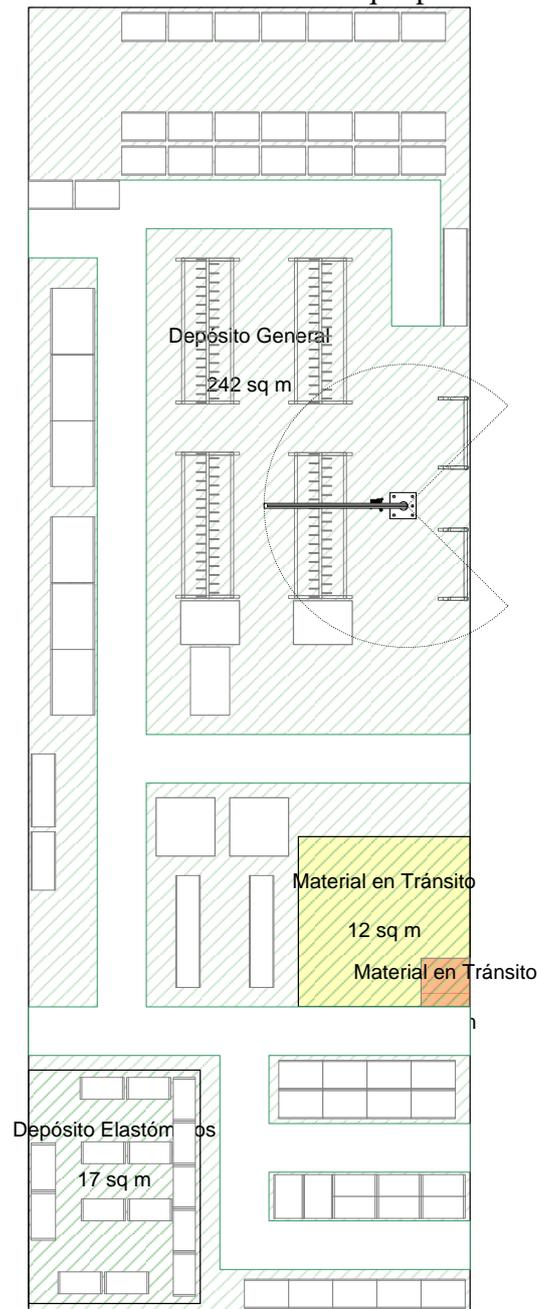


Ilustración 8. Layout del área de almacén cercada.

Según su tratamiento contable:

- Bienes de Cambio: Materiales para venta, repuesto o consumo
- Bienes de uso: Herramientas de alquiler

Según su morfología:

- Ensamblados o componentes tubulares de mediano a gran tamaño y peso (entre 50 cm y 7 m de largo). Según su tamaño y peso se almacenan en racks cantilever estanterías o triángulos.
- Elastómeros: así se denomina a todos los componentes compuestos de algún elastómero, requieren condiciones especiales de almacenamiento (temperatura controlada, preservación de rayos UV)
- Repuestos y piezas pequeñas: en esta categoría se encuentran tornillos, pines y otros materiales que pueden almacenarse en cajones o estanterías.
- Otros
 - Químicos (detergentes, productos de limpieza, material absorbente)
 - Grasas (grasa de Litio, Bakerlok, Bakerseal)
 - Productos de soldadura/ reparación de brocas (requiere atmósfera controlada)

En la base actual, si bien no hay una separación completa del taller, se distinguen tres áreas de almacén, a saber, un almacén de elastómeros, y dos áreas de almacén encercadas (Ilustración 8) en las que hay repisas para las piezas chicas y racks cantilever para las piezas tubulares más voluminosas y pesadas.

Las piezas más grandes (tubulares de entre un poco menos de un metro y más de 6 metros de largo) se encuentran dispersas por el taller. Hay cierta separación entre equipo propio y de alquiler, pero no muy definida u ordenada. El almacén se fue armando iterativamente y no es raro que, todavía, se cambien racks de lugar. Si bien la distribución actual permite que las piezas grandes no deban recorrer grandes distancias, hay un escaso control sobre ellas, y se sacrifica seguridad en su manipuleo a favor de la cercanía (la mayoría de las piezas se encuentran fuera del campo de acción del puente grúa y debe realizarse una maniobra de péndulo para su izamiento), las cabezas se almacenan paradas y es difícil moverlas con el puente grúa, requiriéndose maniobras complicadas y peligrosas.

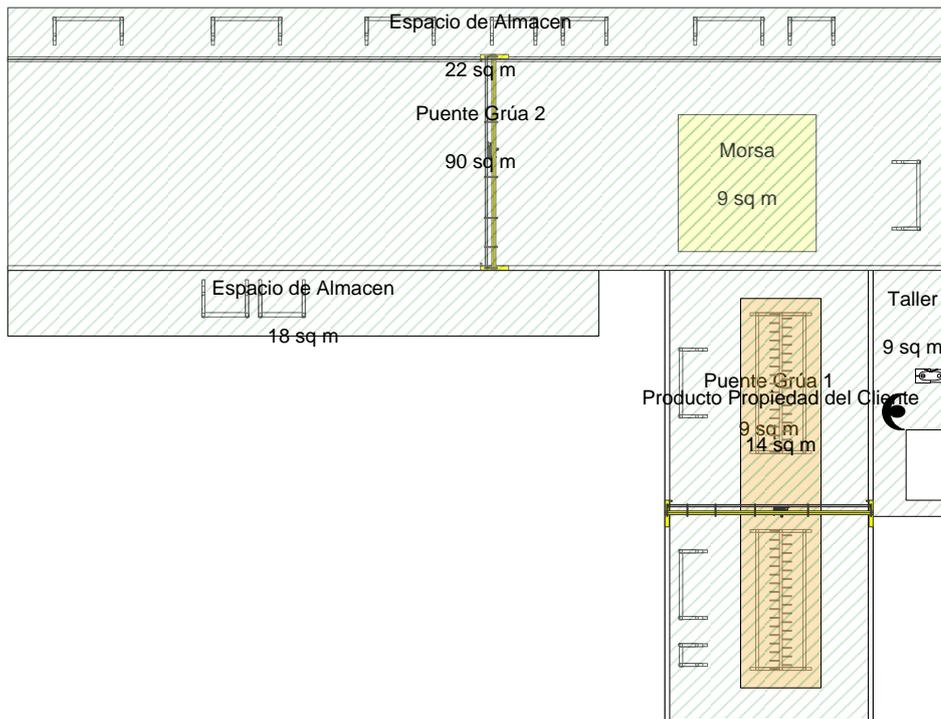


Ilustración 9. Layout del área de taller.

Ninguno de los dos depósitos cercados tiene un buen método de izamiento, uno sólo cuenta con una grúa bandera manual de alcance limitado y una grúa portátil para levantar motores que apenas pasa por los pasillos.

En el área de almacén se encuentran una gran variedad de racks y repisas: Estos racks y repisas se aprovecharan en la nueva base.

Tabla 1. Racks disponibles en la base actual.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6 racks tipo “triángulo” (Ilustración 10) ▪ 30 estanterías de 60x90 (Ilustración 11) ▪ 2 estanterías amuradas de 90cm x450 cm a 5 niveles. ▪ 2 racks tipo cantilver de 3000 cm ▪ racks tipo cantilever 150 cm + 2 soldados a columnas ▪ 9 racks tipo cantilever de 100 cm (Ilustración 12) ▪ racks tipo cantilever de 50 cm ▪ estanterías de 70cm x300 cm a 5 niveles. ▪ 2 estanterías de 60cm x240 cm, a 4 niveles
--

También se almacena material a piso.



Ilustración 10. Rack Tipo Triángulo



Ilustración 11. Repisa



Ilustración 12. Rack cantilever.

2.3.4 Manejo de Materiales

El manejo de materiales es un área con muchas oportunidades de mejora, entre las que se destacan:

- Se realiza mucho manipuleo manual, en algunos casos, peligroso,
- El trabajo directo se desplaza en busca de materiales
- Puede verse mucho material depositado directamente sobre el piso.
- Algunos materiales recorren distancias largas
- Hay cruzamientos de flujo
- Se utilizan soluciones caseras peligrosas para algunos problemas
- El flujo entre distintas áreas de la base está imposibilitado por el ancho de pasillos y portones
- Se realizan cargas y descargas de vehículos sobre una calle transitada

Para no ser demasiado reiterativos muchos de estos problemas se describirán con mayor detalle en el apartado 3.2 *Sistema de manejo de materiales*, donde se propondrán soluciones.

2.3.4.1 Materiales manipulados

Piezas y ensambles pesados y/o grandes

- Son manipulados con el puente grúa o autoelevador. Por lo general son de forma tubular.
- Generalmente se coloca una eslinga en su baricentro y se lo iza con el autoelevador o el puente grúa. En el layout actual algunos *packers* son manipulados con grúa bandera y zorrita.

Piezas y ensambles medianos

- Pueden ser manipulados como las piezas y ensambles grandes o manualmente. Suelen transportarse en zorritas,

Piezas y ensambles pequeños (O'rings, tornillos, lenguetas y crossovers)

- Pueden llevarse manualmente o en carritos.

Otros materiales

Existe otra variedad de elementos a ser manipulados, tales como materiales de embalaje, basura, barriles con agua de lavado, grasas y detergentes.

Se genera un residuo líquido de impacto ambiental significativo, el agua de lavado de herramientas que regresan de las operaciones en los pozos. Esta agua es depositada en tambores y retirada por una empresa autorizada para su disposición final.

Aunque la basura es calificada dentro de la planta, sólo los residuos peligrosos reciben un tratamiento especial, el resto se despacha toda en un mismo contenedor.

Los residuos peligrosos como toner, pilas y trapos con grasa son recogidos por separado.

Dado el gran tamaño de algunas de las referencias, el material de embalaje suele guardarse para luego reutilizarse tras ser esterilizado.

Hay áreas dedicadas a la clasificación y disposición de materiales (Ilustración 13 e Ilustración 14)



Ilustración 13. Área de desperdicios.



Ilustración 14. Área de clasificación de materiales.

Otros materiales manipulados incluyen grasas, detergentes y material químico en bolsas.

2.3.4.2 Equipo de manejo de materiales

- 3 puentes grúa: de 3, 2 y 1,5 toneladas. 6 m de luz. Están instaladas en las áreas de taller

En el área de taller y para los racks cantilever el izado y movimiento de materiales se realiza principalmente usando el puente grúa. El gancho se vincula a una o más eslingas que se colocan alrededor del tubo.

- 1 autoelevador diesel de 4 toneladas de capacidad de carga (Ilustración 17).

Los tubos también pueden manipularse mediante el uso del autoelevador. En este caso pueden seguirse dos procedimientos:

- Sostener el tubo apoyado en las uñas del autoelevador.
- Sostener el tubo colgado de una eslinga que cuelgue de una de las uñas del autoelevador,
- Se utiliza principalmente en el playón exterior y en la calle.

- 1 Grúa bandera manual.
- 1 Grúa portátil (tipo grúa para motores)

Se utilizan en el área de almacén para manipular las herramientas que se ubican en los racks “triángulo”. El almacenista describe su uso como incomodo y peligroso.

- 1 Zorrita

Se utiliza para trasladar piezas medianas a grandes.

- 2 Carritos

Se utilizan para trasladar piezas chicas a medianas.

2.3.4.3 Despacho y recepción

La recepción y expedición son probablemente las funciones con más problemas en el layout actual.

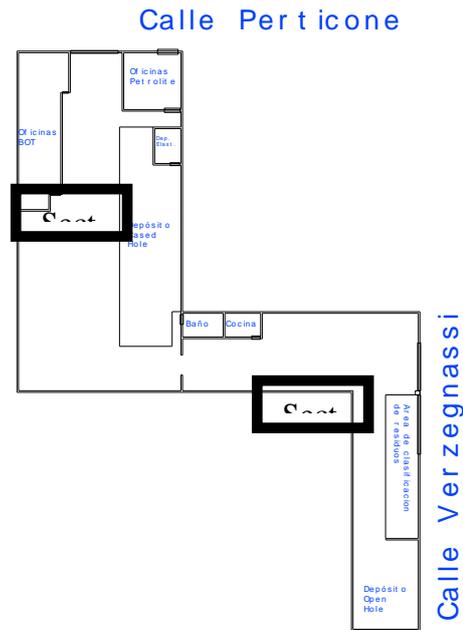


Ilustración 15. Ubicación de la planta actual

La recepción y despacho de materiales se realiza principalmente sobre la Calle Veragnassi.

La descarga de semis se hace sobre la calle, dado que no hay mucho lugar para maniobrar e ingresar el trailer al predio (Ilustración 16). Se trata de una calle bastante transitada, con ingreso y salida a un centro comercial. Las camionetas ingresan de culata al taller (Ilustración 18).

Las cajas grandes no pasan por el portón de acceso, por lo que son ingresadas sobre la altura de la pared, con el autoelevador elevando la carga. El equipo de gran tamaño que debe almacenarse en el sector A es llevado en el auto elevador por la calle, dado que este no pasa por el portón que divide ambos sectores dentro de la planta. (Ilustración 15)

El manipuleo de tubos con el auto elevador se hace utilizando una eslinga. Un operario siempre ayuda en la maniobra, para estabilizar y orientar las piezas que pueden llegar a tener una gran longitud (hasta casi 20 m en el caso de ensambles de *liner hangers*).

Otra maniobra de carga y descarga que se realiza, principalmente con pick-ups, es el ingreso de la misma al área de taller y el izamiento de la carga transportada mediante el puente grúa. Esta maniobra es mucho más segura y rápida que la que se realiza con la intervención del autoelevador.



Ilustración 16. Descarga de un semi con el autoelevador



Ilustración 17. Ingreso del material al taller



Ilustración 18. Descarga de pickup utilizando el puente grúa.

2.4 Recursos y restricciones

Local Alquilado

Debido a su explosivo crecimiento en los últimos años, la ciudad de Neuquén cuenta con una oferta muy limitada de locales compatibles con la actividad a desarrollar.

El proyecto se desarrolla en un local existente alquilado. Se prevé la opción de adquirir el predio y mudar las oficinas de otras divisiones al mismo. (Ilustración 19, Ilustración 20, Ilustración 21)



Ilustración 19. Vista satelital del predio.



Ilustración 20. Vista interior del galpón.



Ilustración 21. Vista de la parte trasera de la nave.



Ilustración 22. Playón delantero.

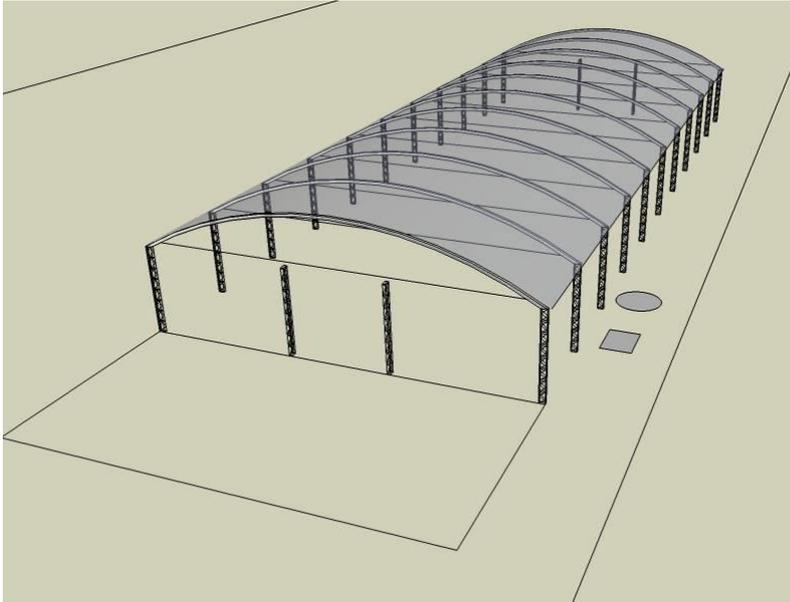


Ilustración 23. Esquema de la estructura, puntos fijos.

La nave tiene 20 m de ancho por 50 de largo, es decir 1000 m², 30 % menos que la base actual (sin considerar espacio para oficinas ya que se mudará a otro edificio en el predio). Sin embargo, el predio es mucho más grande (65mx180m).

Se desea modificar la estructura lo menos posible. La misma cuenta con Columnas cada 5 metro a cada lado de la nave que sostienen el techo y 2 columans en el frente y en la parte posterior que sostienen las fachadas. (Ilustración 23)

En el interior el galpón se encuentra completamente despejado,
En el frente existe un solado de 10m x 20m (Ilustración 20 e Ilustración 22)

2.5 Objetivos

- Diseñar el layout general y el sistema de manejo de materiales de la base de operaciones.
- Transmitir los requisitos a los proyectistas.

A la hora de diseñar el nuevo layout deben seguirse los siguientes objetivos genéricos:

- 1-Apoyar la visión de la organización a través de manejo de materiales, control y mantenimiento mejorados
- 2-Utilizar efectivamente personal, equipos, espacio y energía
- 3-Minimizar inversión de capital
- 4-Adaptabilidad y facilidad de mantenimiento
- 5-Seguridad y satisfacción para los empleados
- 6-Aprovechar el relevamiento de información para encontrar oportunidades de mejora.

2.6 Alcance

En cuanto al problema de diseño de layout, el alcance del proyecto se limita generar los requisitos para que los proyectistas puedan generar los planos, especificaciones y planillas que permitan cotizar y ejecutar la obra.

El proyecto no tiene dentro de su alcance el estudio de localización, cómo vimos en la sección anterior, al momento del comienzo del proyecto el local ya se encontraba alquilado.

También el alcance de este trabajo plantear un ordenamiento del almacén y la ubicación de los elementos del taller para cumplir con los objetivos.

Como ya mencionaos, se aprovechará el relevamiento de información para encontrar otras oportunidades de mejora.

2.7 Enfoque¹

El planeamiento de instalaciones y el diseño de layouts:

- Son problemas complejos
- Pueden encararse con un enfoque estructurado
- No es suficiente la ciencia para encararlos, se necesita de cierta creatividad y sensibilidad artística
- Son procesos en los que interviene mucha gente de distintas disciplinas y formaciones
- Es un proceso de cambio que genera fuerzas que se oponen

En particular, el problema en cuya resolución participó el autor de este trabajo, se ajustaba muy bien a esta descripción.

El primer paso para encarar un problema complejo es partirlo en sub-problemas de menor complejidad. Si bien no se siguió al pie de la letra ninguna de las metodologías propuestas por la literatura, su conocimiento fue de gran valor para plantear un enfoque estructurado que se ajustase a la disponibilidad de información, tiempo para realizar el proyecto. Se partió de la macro-estructura reconocida en las metodologías investigadas.

1. Definir /analizar el problema

Definir Objetivo

¹ Para una discusión sobre las metodologías y herramientas del diseño de instalaciones referirse al apartado Desarrollo de las técnicas y herramientas

- Entender el objetivo general de la organización, de la unidad de negocio, de la instalación, el presupuesto estimado y el objetivo de la mudanza.

Determinación del estado actual/ Acopio de información

- a. Se revisaron los manuales de calidad
- b. Se confeccionó un plano muy detallado de la planta actual
- c. Se realizó una auditoría de manejo de materiales
- d. Se analizaron las planillas de control de inventario y localización en almacén.
- e. Se revisaron las instrucciones de trabajo de ensamble de componentes.
- f. Se recorrió la planta y se mantuvieron entrevistas informales sobre las actividades que se desarrollan en la planta, problemas conocidos y sugerencias de mejoras.
- g. Se fotografió intensivamente toda la planta

A partir del objetivo y la información básica se listaron las limitaciones y especificaciones del proyecto

2. Generar soluciones alternativas

- Las alternativas fueron planteándose a medida que se resolvía el diseño de la instalación. No se generaron varias alternativas terminadas.

3. Seleccionar e implementar la solución

- a. Se identificaron problemas del layout actual y se ensayaron soluciones con herramientas de TQM
- b. Se revisaron propuestas por el coordinador de operaciones, el gerente de país, y los operadores basados en su experiencia en otras plantas. Se tuvieron en cuenta especialmente las opciones en manejo de materiales (uno de los factores más importantes para el diseño del layout)
- c. Se generó un layout general utilizando el algoritmo basado en el gráfico relacional para generar una solución “semilla”
- d. Se determinaron las áreas aproximadas de las áreas basado en análisis de la información actual, perspectivas futuras y estimaciones de “los socios del proceso”, es decir las personas involucradas.
- e. Se elaboró un modelo en 3d general de la planta, se realizaron reuniones con las personas involucradas (gerente, coordinador de operaciones, operadores, almacenista)
- f. Una vez acordado el diseño se consolidaron los requisitos y esquemas explicativos en un documento para los proyectistas.

El modelo 3d de la planta:

- Permitió participar la gran cantidad de gente involucrada, sin importar su nivel de formación o campo de especialización, facilitándole que ejerzan su sentido crítico y ver el resultado en forma inmediata de una alternativa u otra.
- Fue una herramienta poderosa para “promover el cambio”
 - Facilitando explicar la necesidad de cambio concienzuda y convincentemente
 - Permitiendo Involucrar mucha gente en el desarrollo del plan de la instalación
 - Hacer énfasis en los aspectos más beneficiosos para los individuos involucrados

Debido a restricciones de tiempo y presupuesto del proyecto, la selección de alternativas se fue haciendo en etapas, no se desarrollarán alternativas hasta sus últimas consecuencias y luego se decidió por una u otra.

3 SOLUCIÓN PROPUESTA

En el Capítulo 2 definimos el problema a partir de la descripción de la situación actual, los objetivos a cumplir, el alcance del problema y los recursos con los que se cuentan para resolverlo. En este capítulo nos entraremos en la generación y selección de soluciones alternativas para presentar los resultados del trabajo e introducir la solución presentada en el capítulo final.

Desarrollo del Layout general	3.1
Sistema de manejo de materiales	3.2
Diseño de Almacén	3.3
Otras propuestas de Mejora	3.4

3.1 Desarrollo del Layout General

El primer paso de la solución fue encontrar una primera aproximación al layout general, con la misma se podría empezar a pensar en un sistema de manejo de materiales para poder elaborar la solución definitiva.

Para generar esta solución preliminar se siguió la siguiente metodología:

1. Determinar departamentos
2. Dimensionar departamentos
3. Definir cualitativamente la importancia de la cercanía entre departamentos (diagrama relacional)
4. Usar un algoritmo para generar una solución

3.1.1 Departamentalización

El primer paso fue encontrar una departamentalización amplia, de modo de no distraerse en los detalles, para elaborar el cuadro relacional.

Se partió del relevo de la base actual. Repasemos las áreas que se reconocen en la misma (referirse a la Ilustración 3):

Sector A

Oficinas administrativas y recepción (1)
Almacenamiento de Elastómeros (2)
Almacenamiento equipo de Venta (3, 9)
Almacenamiento equipamiento de Alquiler (3, 6, 9, 22)
Morsas (8, 11)
Área de Prueba Hidrostática (15)
Taller
Máquina de Torque (10)

Sector B

Área de Clasificación de Materiales
Pulmón de Recepción (4)
Área de Recepción expedición material de pozo (28, 29)
Área de lavado de herramientas (14)
Área de recepción material pequeño/ entrada de camionetas (25)
Cocina (27)
Vestuario (28)

Teniendo en cuenta los lineamentos descritos en el apartado anterior para el nuevo layout (áreas generales, depósitos independientes) se elaboró la siguiente departamentalización:

1.Recepción/Expedición
<ul style="list-style-type: none">▪ Recepción pozo▪ Recepción limpia▪ Despacho
2.Nave
<ul style="list-style-type: none">▪ Taller▪ Área de lavado de herramientas/ Inspección▪ Prueba Hidrostática▪ Almacén<ul style="list-style-type: none">▪ Almacén Venta▪ Almacén Alquiler▪ Almacén Elastómeros
3.Servicios Sociales
<ul style="list-style-type: none">▪ Vestuario/Baños
4.Oficinas
<ul style="list-style-type: none">▪ Oficina Coordinador de Operaciones▪ Oficina HS&E▪ Sala de Operadores

En esta etapa se dejaron fuera las áreas de oficinas administrativas y cocina, ya que las mismas se alojarían en un edificio separado, ya existente, dentro del mismo predio

3.1.2 Cálculo preeliminar de las dimensiones de cada departamento

Como primera aproximación a las dimensiones de cada departamento se inventariaron los equipos y sectores más relevantes en cada área.

El porcentaje de área es un estimado conservador basado en las proporciones actuales. El área real de cada departamento se determinaría más adelante mediante la realización de esquemas.

Almacén Rental	Cantidad	Área (m2)		Total
		Equipo	Material	
Rack Cantilever de 3m de ancho	1	9	-	9
Rack Cantilever de 0,5m de ancho	1	1,5	-	1,5
Rack Cantilever de 1,5m de ancho	4	4,5	-	18
Rack Cantilever de 1m de ancho	4	3	-	12
Triángulo	1	6	-	6
Estanterías	15	1	-	15
			Área Neta	62
			30% Circulación	18
			Total	80

Almacén Venta	Cantidad	Área (m2)		Total
		Equipo	Material	
Rack Cantilever de 3m de ancho	2	9	-	18
Rack Cantilever de 0,5m de ancho	1	1,5	-	1,5
Rack Cantilever 1,5m de ancho	4	4,5	-	18
Rack Cantilever 1m de ancho	4	3	-	12
Triángulo	4	6	-	24
Estanterías	20	1	-	20
Espacio Almacenamiento a piso				
			Área Neta	94
			30% Circulación	28
			Total	122

Depósito de Elastómeros	Cantidad	Área (m2)		Total
		Equipo	Material	
Estanterías	16	0,75	-	12
Cajonera	1	2	-	2
			Área Neta	14
			30% Circulación	4
			Total	18

Área de Inspección	Cantidad	Área (m2)		Total
		Equipo	Material	
Banco de Trabajo	1	4	-	4
Morsa	1	4	-	4
Otro	1	-	15	15
			Área Neta	19
			30% Circulación	6
			Total	25

Área de Lavado de Área (m2)

herramientas

	Cantidad	Equipo	Material	Total
Banco de Lavado	1	-	15	15
Morsa	1	-	4	4
Otro	1			0
			Área Neta	19
			30% Circulación	6
			Total	25

Taller

	Cantidad	Equipo	Material	Total
Morsa	3	9	-	27
Máquina de torque	1	16	-	16
Extensión máquina de torque	1	15	-	15
Estación de Trabajo	2	16		32
Otro	1		50	50
			Área Neta	63
			50% Circulación	31,5
			Total	94,5

3.1.3 Distribución preliminar de las áreas

Como se adelanto, se utilizó el método de la tabla relacional para generar layouts; éste se basa en la confección de una tabla completa con una evaluación cualitativa del flujo entre departamentos junto a las razones por las que se adjudicó esa importancia.

Se optó por una evaluación cualitativa de la relación de cercanía del las áreas debido a:

1. La escasa información histórica del proceso como para realizar un análisis cuantitativo.
2. La falta de un soporte apropiado para el análisis de la misma.
3. Dificultad para establecer una unidad de flujo equivalente.
4. La sencillez del método lo hacía adecuado para la pequeña envergadura del proyecto.

Para construir la tabla se siguieron los siguientes pasos:

1. Se listaron los departamentos en la tabla relacional.
2. Se condujeron entrevistas con las personas involucradas en el proceso, se revisaron procedimientos y se visitó la planta.
3. Se definió el criterio para asignar la importancia de cercanía.
4. Se estableció el valor de la importancia de la relación para cada valor (parte superior de la tabla) y el valor de relación.

5. Se revisó el resultado.

	Almacén Rental	Almacén Venta	Depósito de Elastómeros	Depósito Auxiliar	Área de Inspección	Área de Lavado de herramientas	Recepción Pozo	Recepción	Despacho	Taller	Prueba Hidrostática	Oficina Coordinador de Operaciones	Oficina Almacenista	Sala de Operadores	Oficina HS&E	Vestuario	Toilette	Área de Clasificación y despacho de desperdicios
Almacén Rental	x	U	U	U	U	E	E	O	I	E	I	U	A	U	U	U	O	
Almacén Venta	U	x	U	U	U	U	U	A	I	E	E	U	A	U	U	U	O	
Depósito de Elastómeros	U	U	x	U	U	U	U	U	I	I	I	U	A	U	U	U	O	
Depósito Auxiliar	U	U	U	x	U	U	U	U	U	U	U	U	I	U	U	U	U	
Área de Inspección	U	U	U	U	x	I	I	U	U	I	U	U	U	U	U	U	U	
Área de Lavado de herramientas	3	U	U	U	3	x	A	U	U	I	U	U	U	U	O	U	O	
Recepción Pozo	3	U	U	U	3	5	x	U	O	I	U	U	I	U	U	U	O	
Recepción	4	1	U	U	U	U	U	x	O	O	U	U	I	U	I	U	O	
Despacho	3	I	I	U	U	U	2	2	x	E	E	U	I	U	I	U	O	
Taller	3	3	3	U	3	3	3	O	3	x	A	I	I	U	I	I	I	
Prueba Hidrostática	3	3	I	U	U	U	U	U	3	5	x	I	U	U	U	O	O	
Oficina Coordinador de Operaciones	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5	5	x	U	U	U	I	I	
Oficina Almacenista	5	5	5	5	U	U	3	3	3	3	U	U	x	U	U	I	I	
Sala de Operadores	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	x	U	I	I	
Oficina HS&E	U	U	U	U	U	5	U	5	5	5	U	U	U	U	x	I	I	
Vestuario	U	U	U	U	U	U	U	U	U	1	2	1	1	1	1	x	I	
Toilette	2	2	2	U	U	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	x	

Tabla 2. Cuadro Relacional y leyenda.

A	Absolutamente Necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Cercanía Normal OK
U	Sin importancia

1	Flujo de personas/equipo alto
2	Flujo de personas/equipo normal
3	Flujo de materiales alto
4	Flujo de materiales normal
5	Control

A partir de la tabla se siguió el siguiente algoritmo para el diseño de layouts.

Paso 1	<p>Seleccionar el primer departamento a ingresaren el layout. Se selecciona el departamento con mayor cantidad de relaciones “A”(absolutamente necesarias). En el caso de que hubiera habido un empate se respeta la siguiente jerarquía: el mayor número de “E”s, el mayor número de “I” y el menor número de “X”s.</p> <p>Se selecciona: “Oficina del almacenista”</p>
Paso 2	<p>Elegir el departamento que tenga relación “A” con el primero, que tenga la mayor cantidad de “A”s con los otros departamentos aún sin seleccionar.</p> <p>En este caso se eligió almacén de venta</p>
Paso 3	<p>Elegir el que tenga la máxima cantidad de “A”s asociadas a ambos. El ranking de la jerarquía combinada para ambos sería AA, AE, AI, A*.AE, EI, E*, II.</p> <p>Se elige: Almacén Rental</p>
Paso 4	<p>El cuarto departamento elegido se basa en la misma lógica que en el paso 3. la selección</p> <p>Se basa en la máxima jerarquía de relación combinada con los tres departamentos ya colocados en el layout.</p>
Paso n	<p>Se sigue la misma regla hasta agotar departamentos.</p>

Tabla 3.Orden de ingreso de los departamentos usando el algoritmo descrito

1	Oficina Almacenista
2	Almacén Venta
3	Almacén Rental
4	Depósito de Elastómeros
5	Recepción
6	Taller
7	Prueba Hidrostática
8	Despacho
9	Recepción Pozo
10	Área Lavado de herramientas
11	Servicios sociales

A continuación se detalla el resultado del uso de la tabla relacional para la generación de layouts. Considerando y sin considerar los tamaños estimados de cada departamento.

2	1
---	---

(it. 2)

2	1
	3

(it. 3)

2	1	4
	3	

(it. 4)

	5	
2	1	4
	3	

(it. 5)

2	2	
2	2	1
2	2	

2	2	1	
2	2	3	3
2	2	3	3

2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3

	5	5	
2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3

	5	
2	1	4
3	6	

(it. 6)

	5	
2	1	4
3	6	7

(it. 7)

	5	
2	1	4
3	6	7
		8

(it. 8)

	5	
2	1	4
3	6	7
	9	8

(it. 9)

	5	
2	1	4
3	6	7
10	9	8

(it.10)

	5	5	
2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3
	6	6	6
	6	6	6

	5	5	
2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3
6	6	6	7
6	6	6	7

	5	5	
2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3
6	6	6	7
6	6	6	7
	8	8	

	5	5	
2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3
6	6	6	7
6	6	6	7
9	9	8	8

	5	5	
2	2	1	4
2	2	3	3
2	2	3	3
6	6	6	7
6	6	6	7
10	9	8	8
10			

3.2 Sistema de manejo de materiales

Existe una relación muy fuerte entre el diseño del sistema de manejo de materiales y el diseño del layout, el almacén y las áreas de expedición y recepción.

Cómo se ve en el resultado de la auditoría realizada, esta función tiene mucho potencial de mejora. El manejo de materiales es un medio por el cual la calidad del producto es mejorada reduciendo inventario y daño del producto, y es también, una manera de mejorar las condiciones de higiene y seguridad.

Hay muchísimas consideraciones detalladas involucradas en el diseño de un sistema de manejo de materiales por lo que es fácil pasar por alto algunas, para detectar oportunidades de mejora y no dejar pasar por alto ítems importantes se utilizó el check list de auditoría de manejo de materiales que se encuentra en el anexo.

3.2.1 Ubicación y diseño de áreas de carga y descarga de materiales

Con el layout preliminar y la información del local alquilado se comenzaron a preparar una serie de alternativas para la ubicación de las áreas de despacho y recepción y de la manera en que se cargan y descargan los camiones.

Debieron tenerse en cuenta:

- Alternativas de manejo de materiales en las áreas de carga y descarga
- Alternativas para la circulación de camiones dentro del predio
- Características de los productos a ser recibidos/despachados
- Frecuencia y modo de recepción y despacho de materiales
- Futuros planes de expansión

3.2.1.1 Determinado la cantidad y tipo de docks

Descripción	Longitud [m] ²	Cantidad	Transporte		Manejo de Materiales	
			Frecuencia [veces/ semana]	Modo	Método	Tiempo
Recepción						
Cajas Grandes			2	Semi	Autoelevador/ Zorrita	15'
Cajas Medianas			3	Semi . Chasis	Autoelevador/ Zorrita	10'-20'
Cajas Chicas			3	Semi, Chasis	MAnnual	5'-10'
Recepción Pozo						

² Dimensión más comprometida

Setting Tools	6-14	1,5	0,7	Semi	Autoelevador /Puente Grúa	15'-30'
Cabezas	2-3	1,5	0,7	Semi	Autoelevador /Puente Grúa	15'-30'
Otros	0,5-	4	3	Sem/Pick Up		5'-30'
Despacho						
Liner Hangers	6-18	1,5	0,7	Semi	Autoelevador /Puente Grúa	15'-30'
Cabezas	2-3	1,5	0,7	Semi	Autoelevador /Puente Grúa	15'-30'
Packers	1-3	2	3	Semi/Pick Up	Autoelevador/ Puente Grúa	15'-30'
Tapones	0,5-1	2	3	Semi/Pick Up	Autoelevador/ Zorrita	15'-30'
Otros	0,5-18	4	4			
Basura					Camión residuos	5'-15'
Barriles					Camión residuos especiales	10'-30'

Tabla 4. Dimensionamiento de docks.

Como puede verse en la Tabla 4 la frecuencia de uso de las áreas de despacho y recepción son bastante bajas, entre 3 y 4 entregas y despachos por semana para cada línea de producto, con tiempos de carga y descarga que van de entre los 5 minutos y media hora.

Podrían agruparse todas las funciones en un solo dock, sin embargo se desea que la recepción de material en cajas se efectúe por separado. Se podría hablar de una zona limpia de recepción, en caja, donde se genera material de embalaje residual. El otro dock sirve para la recepción y expedición de material de pozo.

Pueden agruparse, entonces, el área de expedición y de recepción de herramientas de pozo. Puede verse en el layout preliminar que ambas áreas deben estar cerca del almacén de herramientas de alquiler.

Tanto las áreas de recepción como de expedición trabajan con múltiples modos de transporte, pick ups, semis y se combinan métodos de carga con autoelevador y puente grúa.

El área de recepción de material del pozo debe estar cerca también de las áreas de inspección y lavado de herramientas.

Para la solución se optó por un playón en la parte posterior de la base que sirva a diversas funciones:

- Carga y descarga de material proveniente del pozo.
- Pulmón de recepción.
- Almacenamiento de material voluminoso.
- Comunicación entre distintas áreas (almacén alquiler, área de lavado de herramientas, área de inspección)

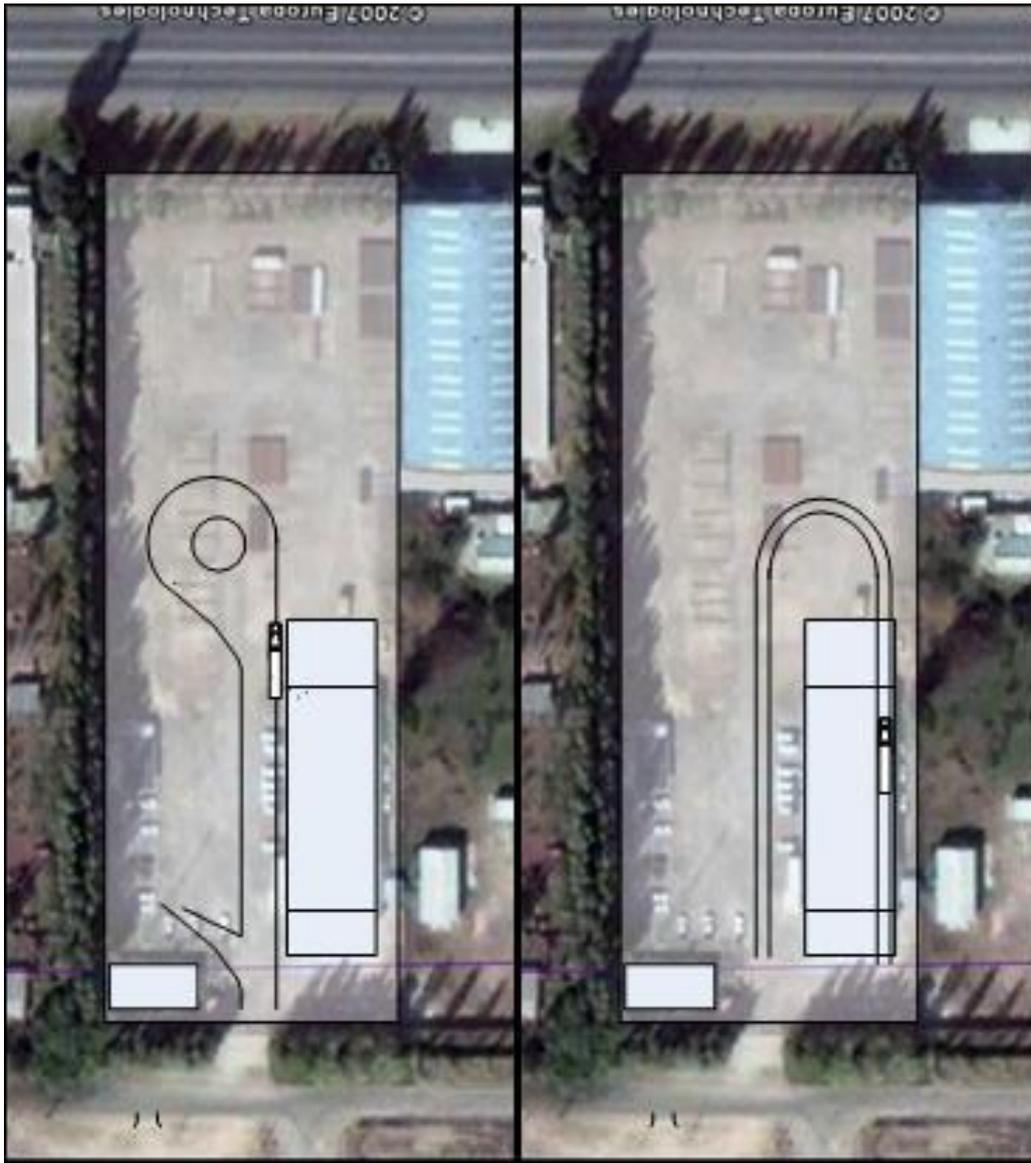
Para su diseño se partió de las maniobras necesarias en el caso crítico y respetando cierta distribución se intentó utilizar la mínima área necesaria. Las alternativas de diseño de esta área se evaluaron junto a las alternativas de circulación de camiones dentro del predio.

3.2.1.2 Circulación en el lote

A

B

C



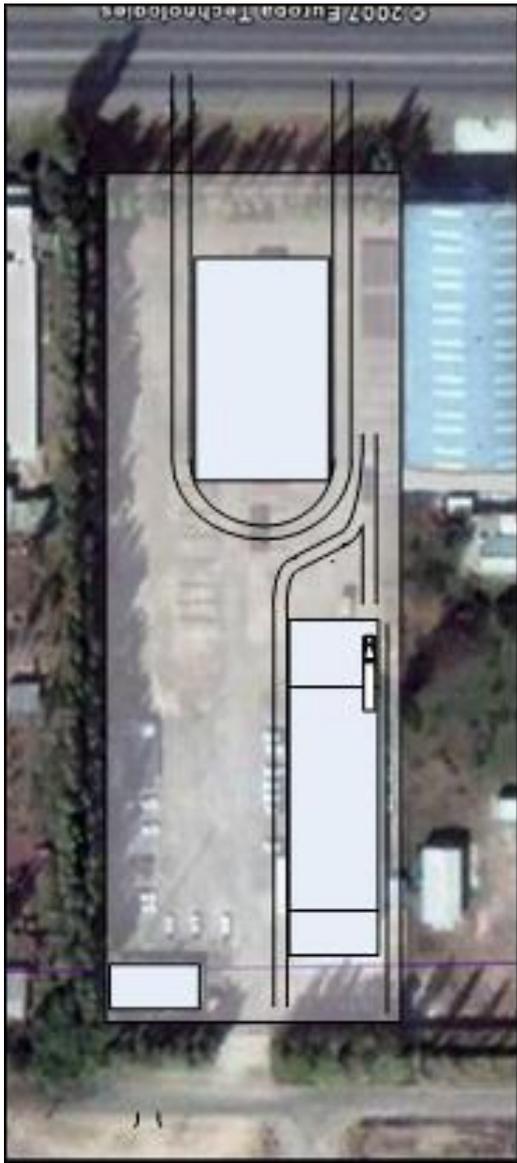


Ilustración 24. Alternativas de circulación en el terreno

La ubicación de la nave y la entrada dentro del lote dificulta una óptima circulación de los semis.

- Todo los vehículos comparten el mismo acceso, desde semis a automóviles de los empleados
- Idealmente los recorridos de semis deben diseñarse de manera tal que estos solo doblen a la izquierda de modo de permitir la máxima visibilidad para el conductor a la hora de realizar maniobras dentro el predio. La ubicación actual de la planta no permite circular alrededor de esta en ese sentido.
- El frente de la nave está muy cerca del cerco perimetral, las posibilidades de maniobra de un semi remolque en esta área son bastante limitadas.

Se evaluaron una serie de alternativas, teniendo en cuenta la posibilidad de expansión y las buenas prácticas de circulación (Ilustración 24) y manejo de materiales. La opción A

proponía que los camiones se carguen con una grúa bandera desde el playón y que puedan retomar en una rotonda, se rechazó porque se prefería cargar los camiones con un puente grúa. La opción B, que camiones circulen dentro de la nave resulto inaceptable por cantidad de espacio que eso requiere dentro de la instalación y por razones de seguridad. Finalmente se optó por que los camiones ingresen de culata en la nave (C), en la actualidad los semi-remolques pueden retomar en el terreno libre que queda, en caso de una expansión podrían salir por otra entrada sobre la ruta 22.

En esta etapa fueron de gran ayuda las herramientas de soporte visual, cómo el Google SketchUp y el Visio para presentar y discutir las alternativas.

Se buscaron propuestas de personas con relación con el proceso y se organizaron reuniones para discutir las opciones.

Google Sketchup permitió evaluar alternativas mientras se proponían. Los distintos elementos pueden acomodarse, redimensionarse o crearse muy rápidamente.

Las curvas de los recorridos y las áreas se calcularon para el caso más crítico, un semiremolque grande y el manipuleo de un ensamble grande de *liner hanger*.

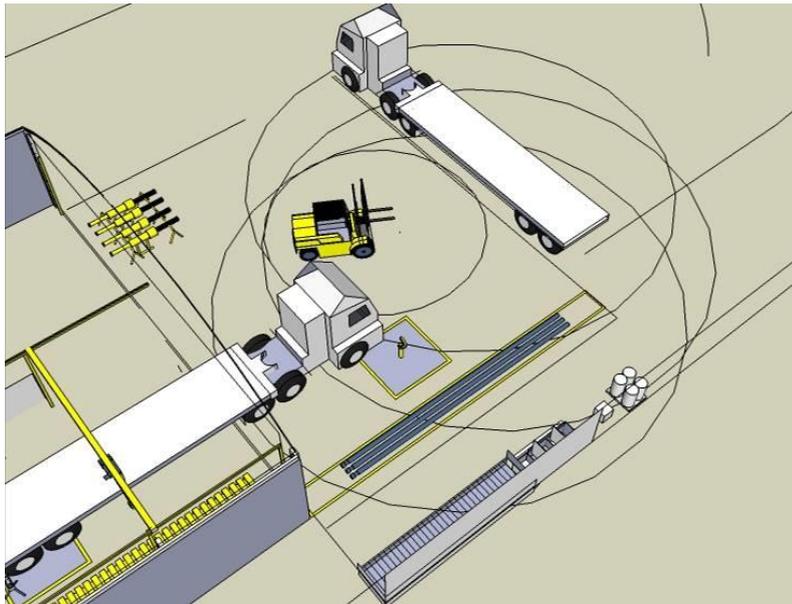


Ilustración 25. Alternativa de playa de maniobras con 2 modos de descarga de camión.

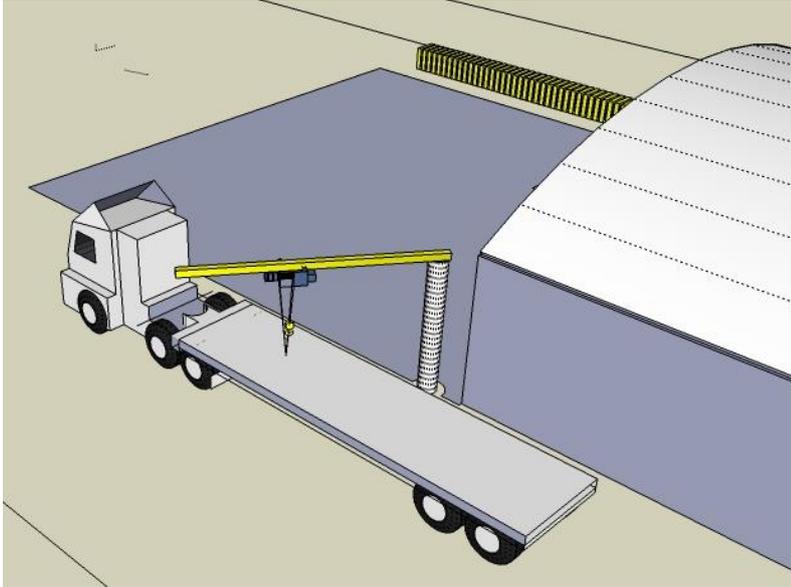


Ilustración 26. Boceto de la alternativa de descargar los semis con una grúa bandera

3.2.2 Izamiento/ Traslado de Cargas Tubulares o Amorfas dentro de la nave

En la auditoría de manejo de Materiales se encontraron cómo existentes las condiciones de izamiento peligroso manual y técnicas de carga manuales. En el diseño del nuevo sistema de manejo de materiales fue un objetivo la eliminación de estas condiciones. También se detectaron en las visitas condiciones peligrosas de movimientos de materiales, desde elementos trabados con guantes sobre los pallets para que no rueden hasta un peligroso efecto de péndulo al izar cargas con el puente grúa.

3.2.2.1 Alternativas Izamiento de Cargas en el Almacén

Desde el principio tanto las personas involucradas en el proceso como la gerencia se manifestaron a favor de realizar el manejo de materiales utilizando puentes grúa.

Las razones son:

- Se contaba con equipos (carretones con polipastos) existentes y se podían llegar a aprovechar vigas y otras partes de la estructura
- En el área de taller se acostumbra trabajar de este modo
- El auto elevador con que se cuenta necesita pasillos muy anchos para circular dentro de la nave (5m)

Otras alternativas que se consideraron desde el principio. (Ilustración 27)

- Grúas bandera (A)
- Apilador de a pie (B)
- Grúa apiladora(C)

En cuanto al uso de grúas bandera, en la base actual se hace uso de una grúa manual de estas características. La cobertura de la misma es bastante limitada y para levantar cosas pesadas se tarda mucho tiempo (por la reducción que debe usarse). En la base de comodoro Rivadavia se utiliza en el área de taller. Este sistema resulta adecuado por el tamaño de las herramientas manipuladas (packers y tapones) el sistema se hace impráctico para el ensamble de puentes grúa.

El apilador de pie y la grúa apiladora ofrecen ventajas de facilidad de operación, rapidez y seguridad para el área de almacén. Su uso además daría flexibilidad, permitiendo almacenar algunos materiales paletizados. A pesar de las ventajas, la opción se descartó rápidamente por la inversión que significaría implementarla (mejoramiento del solado, equipo)

El coordinador de operaciones sugirió utilizar dos puentes grúa, uno paralelo al otro. Un layout similar se usa en una base de operaciones en México. El mismo también propuso que los camiones ingresen a la nave por un extremo y salgan por el otro, para ser cargados/descargado en el interior de la misma. El gerente de país se oponía a esta idea por cuestiones de seguridad y housekeeping (el piso afuera es de ripio y entrarían piedritas)

Al evaluar esta alternativa se determinó que la razón más importante para descartar esta alternativa es el uso del espacio que insumiría un pasillo por el que puedan circular semis dentro de la nave.

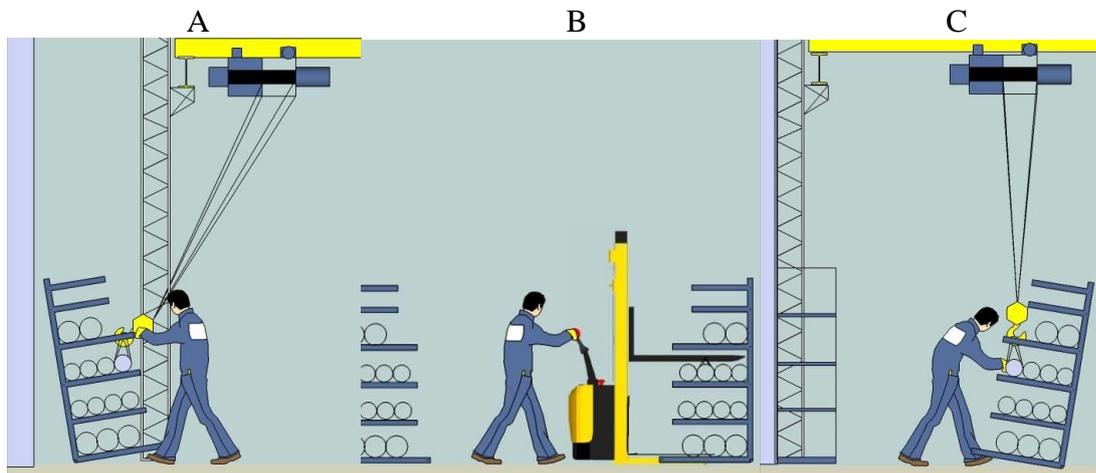


Ilustración 27. (A) La ubicación de racks fuera del alcance vertical del puente grúa genera un peligroso efecto péndulo al izar la carga.

En la Ilustración 27 se pueden observar la maniobra de izamiento de tres formas distintas:

Utilizando Puente grúa - rack fuera del alcance vertical del mismo (A):

Esta es la disposición en la base actual, se hace para aprovechar el espacio debajo del puente grúa que tiene muy poca luz (5m) y el espacio muerto que queda entre la estructura del puente grúa y la pared. El problema es que el polipasto debe colocarse en forma inclinada para llegar a la eslinga que lo unirá al tubo. Esta condición causa un peligroso balanceo de la carga en dirección al operador.

Utilizando un apilador manual (B):

Esta alternativa permite máxima selectividad a la hora de izar una carga. El riesgo de aplastarse una mano se reduce drásticamente, debido a que los racks pueden colocarse sin ángulo. El problema es que se requeriría un ancho de pasillo mayor que en el caso de utilizar un puente grúa.

Utilizando Puente grúa – rack dentro del alcance vertical del mismo(C) :

Esta es la alternativa finalmente propuesta, es una mejora sobre la solución actual, además pueden colocarse las repisas en el espacio muerto al que no llega verticalmente el gancho (por las dimensiones del carretón)

3.2.2.2 Izamiento de cargas en Racks para cabezas de cimentación

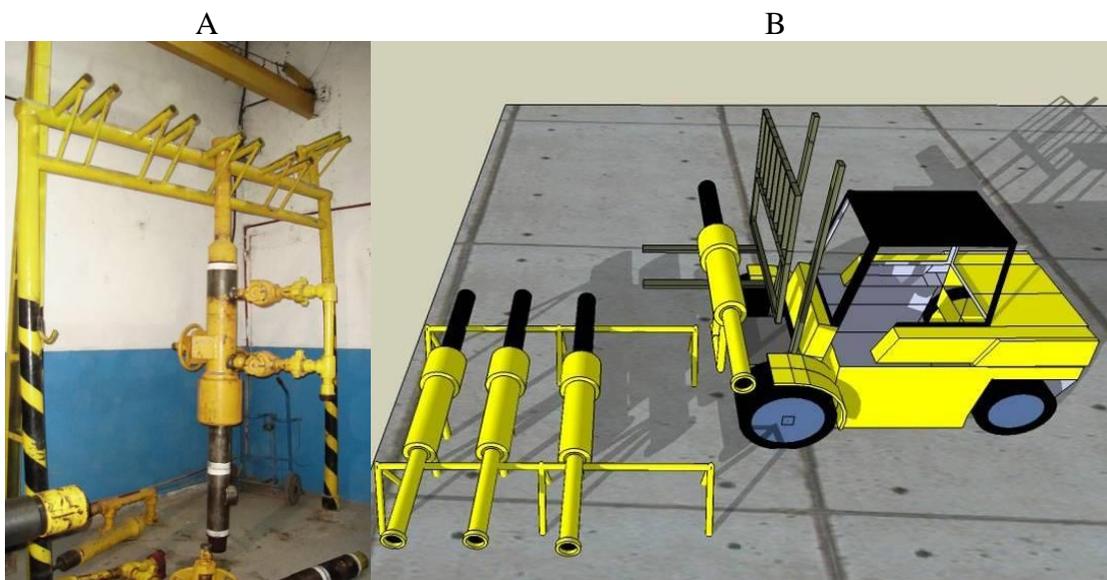


Ilustración 28 A) Rack Vertical existente en la base actual. B) Colocación sobre caballetes

El tipo de rack utilizado para el manejo de las cabezas de cimentación es demasiado alto para la altura máxima de gancho del puente grúa (Ilustración 28 A). Para colgar y descolgar las cabezas deben realizarse complicadas y peligrosas maniobras entre dos o más operarios. Se propone almacenar las cabezas en posición horizontal en el playón de modo de ser manipulados con el autoelevador de forma más segura. (Ilustración 28 B).

3.2.2.3 Manejo de Materiales en Despacho/Recepción de materiales

Como vimos en el apartado 2.3.4 el despacho y recepción de cargas resultan bastante engorrosos y peligrosos en la base actual. El proceso puede simplificarse drásticamente cargando los ensambles y equipos en el camión directamente utilizando el puente grúa (Ilustración 29).

Otros equipos, como las cabezas de cementación pueden descargarse directamente en el playón trasero con el autoelevador (Ilustración 25)

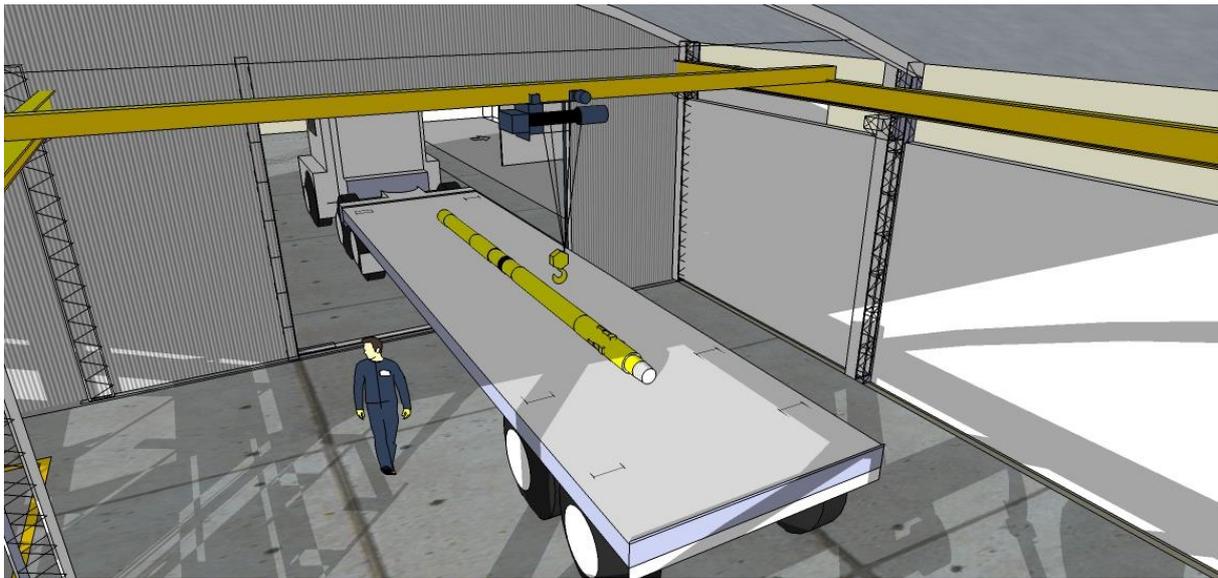


Ilustración 29. Carga de un semi utilizando el puente grúa.

3.2.2.4 Carritos

Actualmente algunos materiales voluminosos tubulares se transportan sobre un pallet sobre una zorrilla, para que estos no rueden se los traba con trapos o guantes. Esta condición es insegura y desprolija.

Se proponen dos soluciones:

Opción A

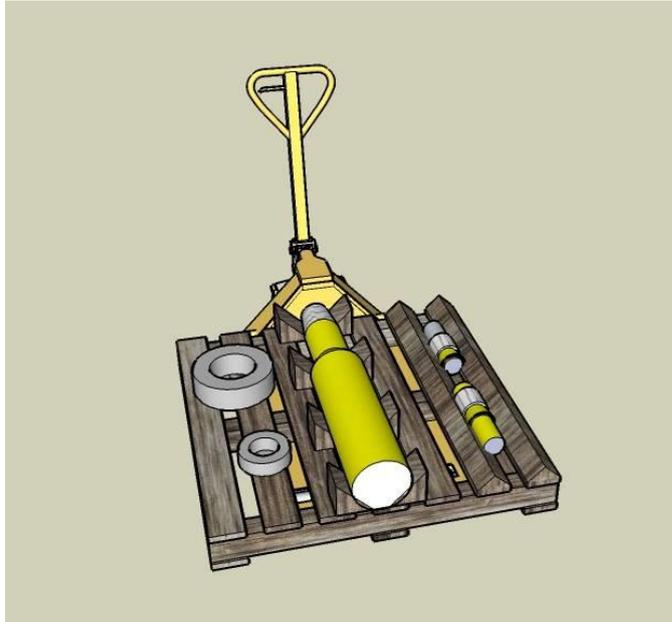


Ilustración 30. Modificación de los pallets para transportar piezas pequeñas.

Agregado de tabiques de madera a algunos pallets para que sostengan las piezas en su lugar.

Esta solución es muy barata y rápida de implementar y es apropiada para piezas pequeñas y medianas. Otra opción es utilizar una alfombra antiresbalos sobre el pallet,

Opción B



Ilustración 31. Carrito

traslado de cargas tubulares con accesorios

para el

La opción B consiste en adquirir o construir un carrito especialmente diseñado para el transporte de cargas tubulares construido con un bastidor en acero perfilado con una malla soldada sobre un chasis de madera, con dos ruedas fijas y dos ruedas móviles con freno, los modelos disponibles comercialmente soportan cargas de hasta 500 kg y largos de piezas de hasta 1,2 m. por lo que podría contemplarse la construcción de un carrito de mas largo y de mayor resistencia estructural para llevar piezas más voluminosas y pesadas. El uso de estos carritos con opción de agregar canastos para piezas pequeñas, facilitaría el picking en el almacén previo al armado y limitaría el uso del puente grúa a carga y descarga (no transporte). Esta opción resulta económica y mucho mas segura y ágil que las solución actual.

3.3 Diseño de almacén

El diseño del almacén responde tanto a requerimientos de la gerencia como a sugerencias del coordinador de operaciones y el almacenista, y a la incorporación de mejores prácticas en el diseño de almacenes.

Las principales funciones del almacén son:

- Alberga inventario para balancear y amortiguar la variación entre producción y demanda. (lead time mayor a 6 meses)
- Sirve para consolidar materiales provenientes de varios puntos para su armado.
- Está cerca del cliente para acortar la distancia de transporte y permitir una respuesta rápida a la demanda.

Algunas consideraciones a tenerse en cuenta:

- Debido al alto valor de los productos almacenados, un buen control de lo que sucede en el almacén es fundamental.
- El alto volumen y peso de muchos de los productos hace fundamental que se minimicen los manipuleos y la distancia recorrida.
- El almacén no posee un alto índice de movimientos de materiales.
- El requerimiento más importante es que el almacén esté físicamente separado del área de taller y a su vez que dentro del mismo se separe claramente el equipo de alquiler (bienes de uso) y el equipo de venta o repuestos (bienes de cambio). Este requerimiento responde a razones tanto administrativas como funcionales (el equipo de alquiler reingresa al almacén después de ser lavado e inspeccionado)

Un objetivo a cumplir es el de darle un orden racional y explícito al almacén, en la actualidad, si bien se fue dando un orden iterativamente, el mismo no se encuentra explicitado y depende sobre todo, de la memoria del almacenista. La cantidad de posiciones en el taller también se fue determinando con la práctica, en función del espacio e incorporando y desechando racks según las necesidades.

Vale aprovechar la solución alcanzada como base para el diseño del nuevo almacén, aprovechando la experiencia adquirida en su operación.

3.3.1 Departamentalización

El almacén se separará en 3 departamentos principales respondiendo a:

- Producto para alquiler
- Producto para venta
- Elastómeros

3.3.2 Análisis

Para el diseño del almacén, el primer paso fue realizar un análisis del inventario y del almacén en cinco ejes

A saber:

Popularidad, similaridad, tamaño, características, y utilización del espacio³

3.3.2.1 Popularidad

Se refiere al uso de la ley de Pareto para clasificar a los materiales, según su rotación, en por ejemplo, A (alta rotación), B (rotación media) o C (baja rotación). Para maximizar el rendimiento del almacén los materiales deberían colocarse de tal forma que se minimice su distancia de viaje. Es decir, deberían localizarse en lo más cerca posible de las entradas y salidas del almacén y en la ruta más directa entre estas.

Se graficó un histograma de *Pareto* (Ilustración 32) y se verificó que las líneas de *liner hangers* y *packers* son las de mayor rotación.

³ Frazelle usa estos ejes para enumerar una serie de principios del diseño de almacenes. [Frazelle, 2002]

La Ilustración muestra las salidas del inventario de venta por cada familia de producto. En la categoría liner hangers se puede observar que hay unas 200 salidas de inventario del almacén. En el eje derecho se muestra el acumulado porcentual de las categorías.

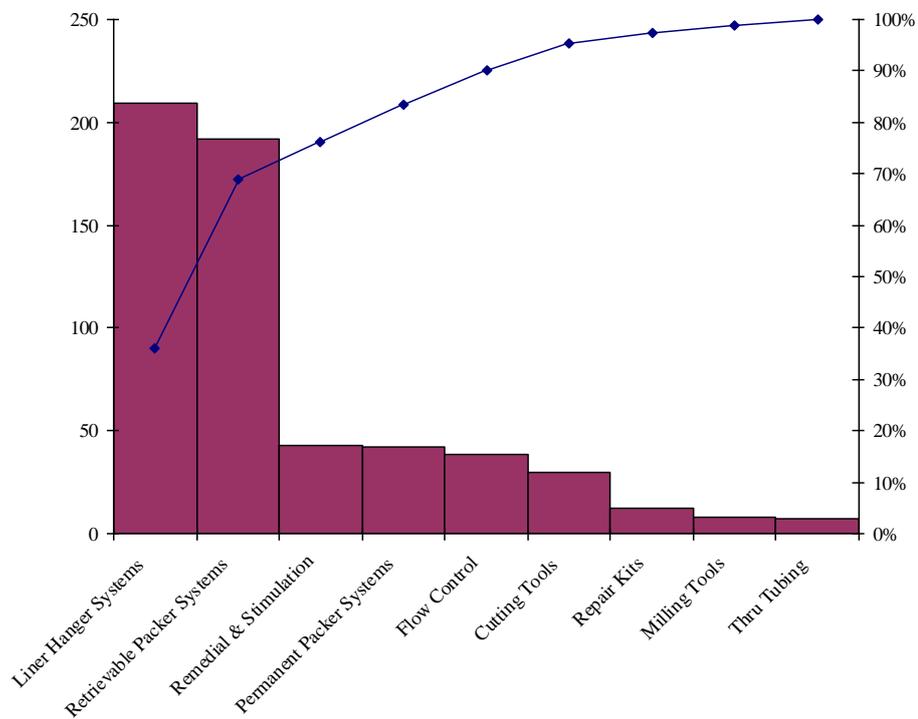


Ilustración 32. Diagrama de Pareto, salidas de inventario (en unidades) del almacén venta, promedio anual 2004-2006

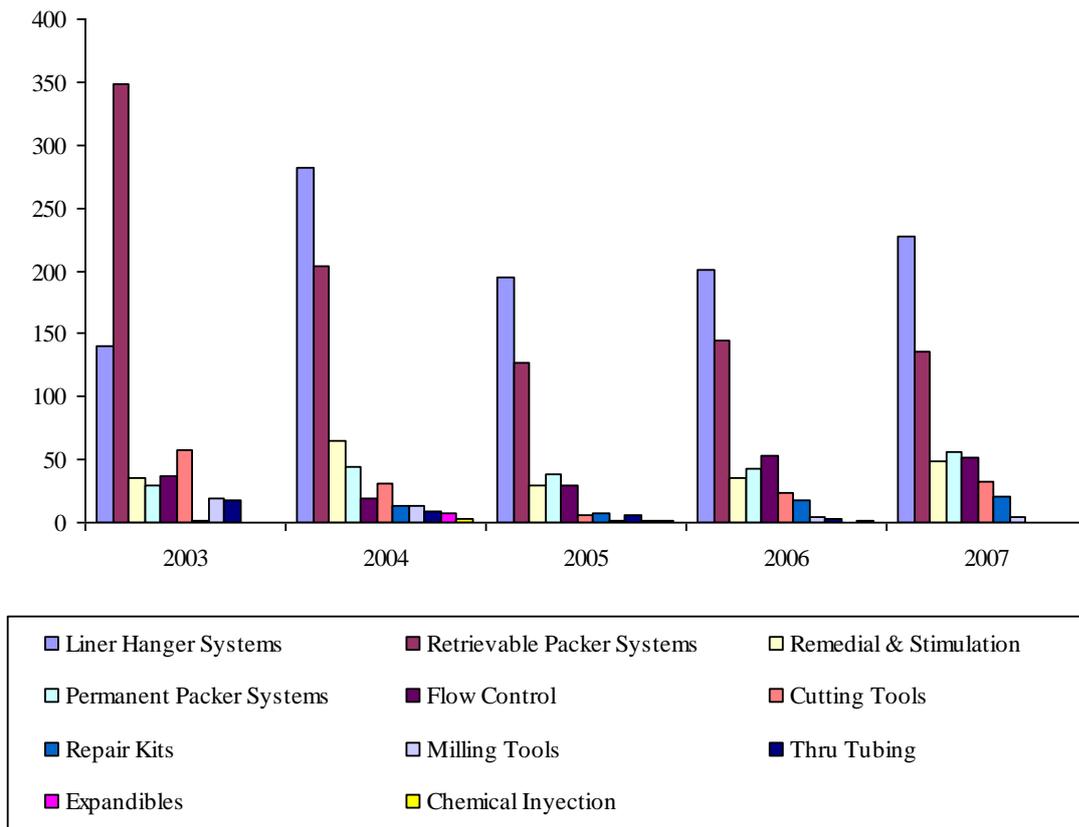


Ilustración 33. Salidas de Inventario para las distintas líneas de productos. Los datos de 2007 son proyectados.

3.3.2.2 Similaridad

Este principio de diseño se refiere a almacenar juntas cosas que se reciben juntas, o se despachan juntas.

Este principio se tuvo en cuenta a la hora de diseñar el layout, como explicamos para el caso de los *liner hangers*, los materiales están divididos en familias de productos, en la misma familia se encuentran distintas herramientas e insumos que pueden integrar un ensamble de colgador. Es decir, por lo general la familia de producto es un buen indicador de la similaridad.

3.3.2.3 Tamaño

A veces similaridad y popularidad entran en conflicto con un tercer principio: tamaño. Almacenar cosas chicas en espacios para piezas grandes desperdicia espacio, así mismo a veces no pueden almacenarse piezas grandes donde deberían por similaridad y popularidad porque no caben.

En general ítems pesados y voluminosos deberían almacenarse cerca de su punto de uso. También es clave la facilidad para su manejo.

Para clasificar a los elementos por su tamaño se hizo un inventario de las repisas existentes en la base actual, se tomo nota del número de cada cual y se la clasifíco en uno de los siete tipos de repisas.

Luego se cruzó la planilla de localización de inventario, que no solo cuenta con las referencias de los equipos que están actualmente almacenados, sino también de lo que alguna vez lo estuvieron, y pudo obtenerse una planilla que cruza para cada referencia el tipo de rack en que debe almacenarse.

3.3.2.4 Características

Las características de los ítems pueden requerir que estos sean manejados almacenados y manipulados de forma contraria a su popularidad, similaridad y tamaño.

Algunas de las características relevantes para este proyecto son:

- 1-Items de forma rara
- 2-Material peligroso
- 3-Material robable
- 4-Compatibilidad
- 5-Requisitos especiales de temperatura.

Este factor determina que exista un almacén para elastómeros (requisitos especiales de temperatura) y que las cabezas de cementación se almacenen fuera del almacén (forma rara)

3.3.2.5 Utilización del espacio

Conservación del espacio: Independientemente de estos cuatro principios debe maximizarse el uso del espacio y la selectividad (la capacidad de tomar un ítem desplazando la menor cantidad posible de otros ítems)

Bajo este principio se colocaron las estanterías contra la pared, aprovechando el espacio muerto.

A la hora de optimizar el espacio utilizado es importante

Accesibilidad: Un énfasis excesivo en la utilización del espacio puede resultar en pobre accesibilidad a los materiales.

Flexibilidad: Se recomienda que todo rack que se incorpore tenga flexibilidad para acomodar piezas de distintos tamaños.

3.3.3 Diseño del layout del almacén

Teniendo en cuenta los principios antes explicados se separó el almacén completamente del área de taller de modo que solo el almacenista pueda manipular el inventario.

Luego se dividió el almacén en 3 sectores:

- Almacén de equipos de alquiler
- Almacén de equipos de venta
- Almacén de elastómeros

Se procedió a determinar la cantidad de posiciones de *cada tipo de estantería* se necesitan para *cada línea de productos* para *cada almacén*: elastómeros, venta y alquiler a partir de los registros de ventas, el inventario fijo del almacén y la planilla de localización del almacenista.

Se comenzó por realizar un intensivo inventario de las posiciones existentes en la base actual. Se clasificaron las posiciones existentes en siete tipos (Tabla 1, pág. - 23 -)

Cada rack tiene asignado un número, el almacenista utiliza estos números para llevar un registro de donde almacena cada ítem (cada cual está asignado a una posición).

Utilizando tablas dinámicas se cruzó cada número con el tipo de almacenamiento al que corresponde, y el código de producto a cada familia de productos. De modo que se particionó el espacio productos pudiendo asignar cuantos productos de cada familia de productos necesitan un determinado tipo de almacenamiento.

Según la proporción, se opta por dedicarle racks a tipos de familia o no. También se verifica que existen productos que sistemáticamente se encuentran sin posiciones para ser alojados y posiciones que se encuentran sistemáticamente vacías. Si bien se trata de excepciones se propone modificar el mix de posiciones para corregir esta situación.

Utilizando esta clasificación se comprobó que el movimiento en general, de los materiales es bastante bajo, con rotaciones menores a 1 vez por año para casi todas las líneas.

Tabla 5. Rotación anual de inventario almacén Venta/Repuestos

Tipo de Almacenamiento	Rotación Anual promedio	Inventario Promedio [Unidades]
Repisas amuradas	1,63	127
Armario de temperatura controlada	1,36	9
Estantería de 2,3mx0,5m	0,12	5
Estanterías de 3mx0,7m	0,74	373
Estanterías 90x45	0,26	653
Otros	0,18	19

PISO	0,72	24
Rack Cantilever de 0,5m de luz	0,87	39
Rack Cantilever de 1,5m de luz	0,42	68
Rack Cantilever de 1m de luz	0,42	11
Rack Cantilever de 3m de luz	0,65	21
Rack tipo "Triángulo"	1,10	53

Tabla 6. Salidas de inventario por venta anuales para la línea Liner Hanger Systems

Almacén	Tipo de Almacenamiento	Promedio de salida de unidades por año
Venta/Rental	Estanterías 3mx0,7m	246,4
	Estanterías 90x45	38,4
	Otros	1,2
	Rack Cantilever de 0,5m de luz	65,2
	Rack Cantilever de 1,5m de luz	40
	Rack Cantilever de 1m de luz	12,4
	Rack Cantilever de 3m de luz	10,4
Almacén Elastómeros	Cajonera almacén elastómeros	51
	Repisa almacén elastómeros	160,4

Tabla 7. Salidas de inventario por venta anuales para la línea Retrievable Packer Systems

Almacén	Tipo de Almacenamiento	Promedio de salida de unidades por año
Almacén Venta	Almacén general repisas amuradas	79,2
	estanterías 3x0,7	87,6
	estanterías 90x45	153,6
	Otros	0,4
	Rack 1,5m	0,8
	Triángulo	124,8
	Almacén Elastómeros	Cajonera
	Repisa	229,6

Se reconoce un macro layout del almacén que fue analizado usando la tabla relacional. A partir del mismo y de un procesos de diseño iterativo se decidió emplazar el almacén de rental en la parte posterior de la nave, con acceso al playón de carga/descarga de material de/a pozo, acceso al proceso, distancia mínima al área de lavado de herramientas y al sector de inspección.

Se trazaron dos corredores en el sentido longitudinal de la nave para garantizar la simple circulación y se previó la instalación de los racks en el mismo sentido para maximizar los movimientos en línea recta del material.

Se previeron dos corredores perpendiculares a los longitudinales que comunican el área de almacén con el área de taller. Estos se dimensionaron para que puedan rotarse cómodamente piezas de hasta 7 metros de longitud.

Las repisas donde se almacenan piezas más chicas y livianas (y donde, por lo tanto no necesitan del uso del puente grúa como medio de izamiento) se colocaron contra la pared, entre las columnas del puente grúa para aprovechar el espacio en el que el mismo sería menos efectivo.

El almacén de equipo de alquiler se colocó sobre el playón de maniobras, cerca del área de lavado para minimizar la distancia recorrida por el equipo que viene del pozo.

El almacén de elastómeros tiene un mostrador que da al taller para facilita el despacho de materiales pequeños garantizando el control (el almacenista puede registrar cómodamente la transferencia de los materiales)

Adicionalmente, los objetivos particulares de este almacén son

1. Proveer buenas condiciones para el control de los materiales
2. Separar físicamente bienes de uso de bienes de cambio

Metodología Empleada

- 1- Se realizó un esquema del área total a escala
- 2- Se incluyeron los obstáculos (columnas, pares, puente grúa, etc)
- 3- Se localizaron las áreas de expedición y recepción
- 4- Se localizaron los tipos de almacenamiento
- 5- Se asignaron los materiales a sus ubicaciones.

El mantenimiento del layout requiere que los materiales se almacenen de manera ordenada y que las ubicaciones de stock sean conocidas. El stock desordenado puede causar pérdidas significativas en el aprovechamiento del espacio y accesibilidad. Todos los materiales deben ser almacenados de manera uniforme y prolija para facilitar su control y accesibilidad.

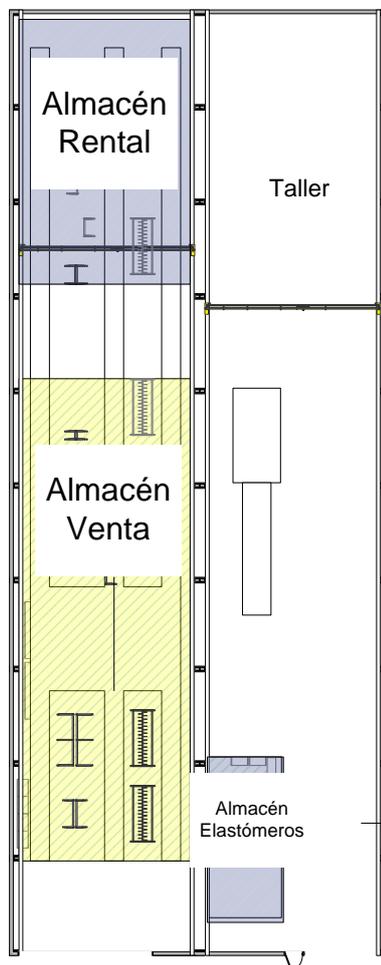


Ilustración 34. Layout del Almacén

Debido a la gran variedad de productos y el escaso espacio disponible, la solución escogida es almacén randomizado (si bien muchos racks van a tener la mayor parte del tiempo una sola línea de productos y la variabilidad de tamaños fuerzan que haya cierta asignación de posiciones). Por esta razón es clave tener un sistema de localización de inventario.

En la actualidad se usa una planilla de Excel, pero sirve esencialmente de ayuda memoria al almacenista y es bastante incompleta.

Como se explicó en el apartado anterior basándose en el principio de similaridad el almacén se ordenó en familia de productos y basándose en el principio de popularidad y de tamaño se ubicaron los elementos de mayor rotación, volumen y peso más próximos a los ingresos al taller.

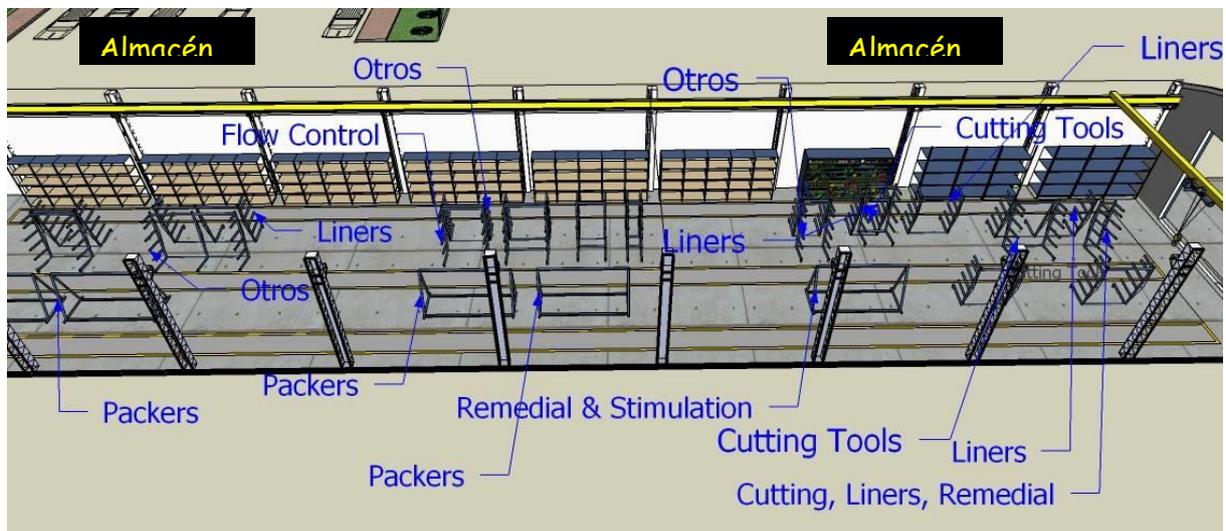


Ilustración 35. Layout del almacén

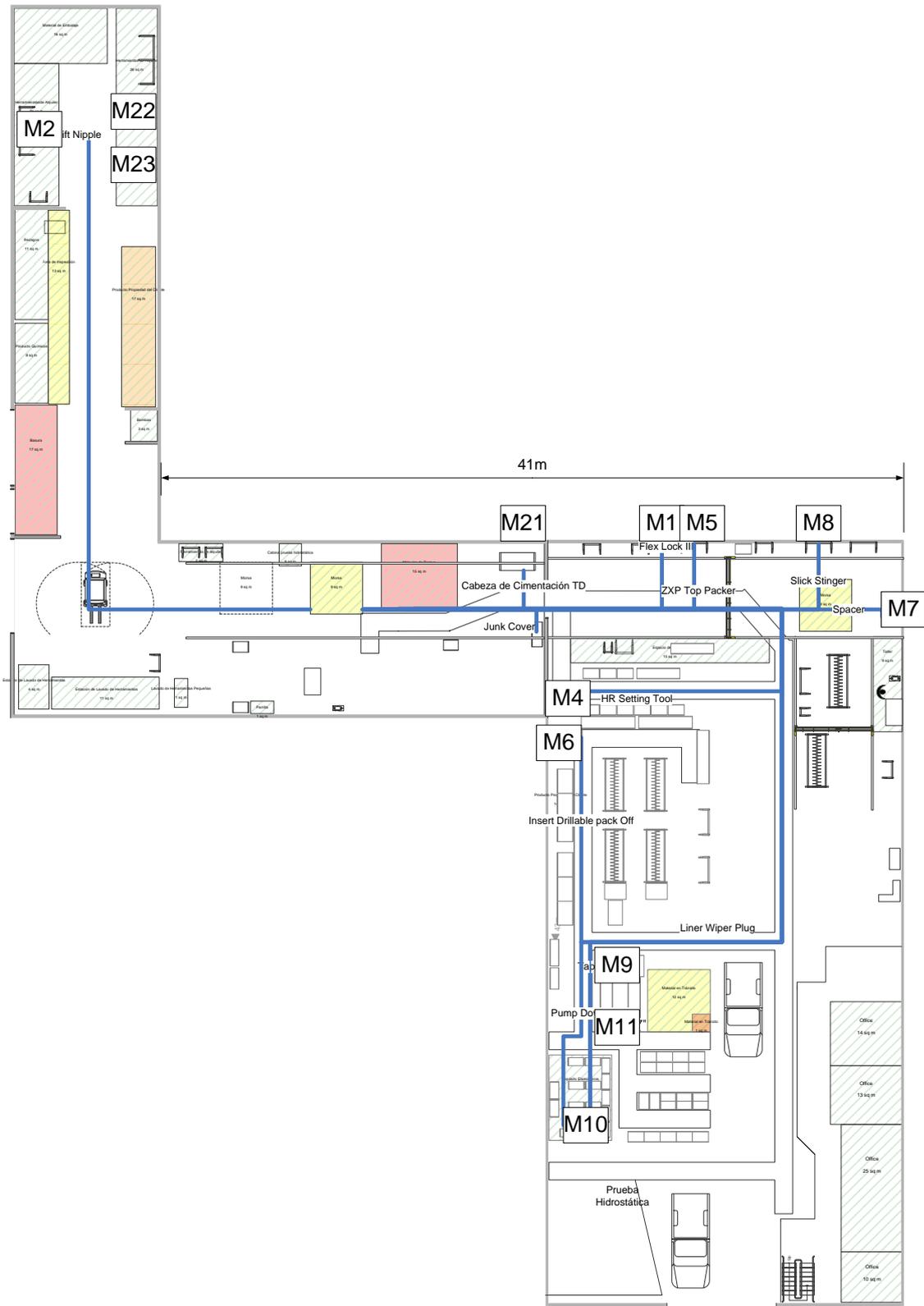


Ilustración 36. Diagrama de Hilos del armado de un Liner Hanger Base Actual (Ver Ilustración 6 pág. - 17 -)

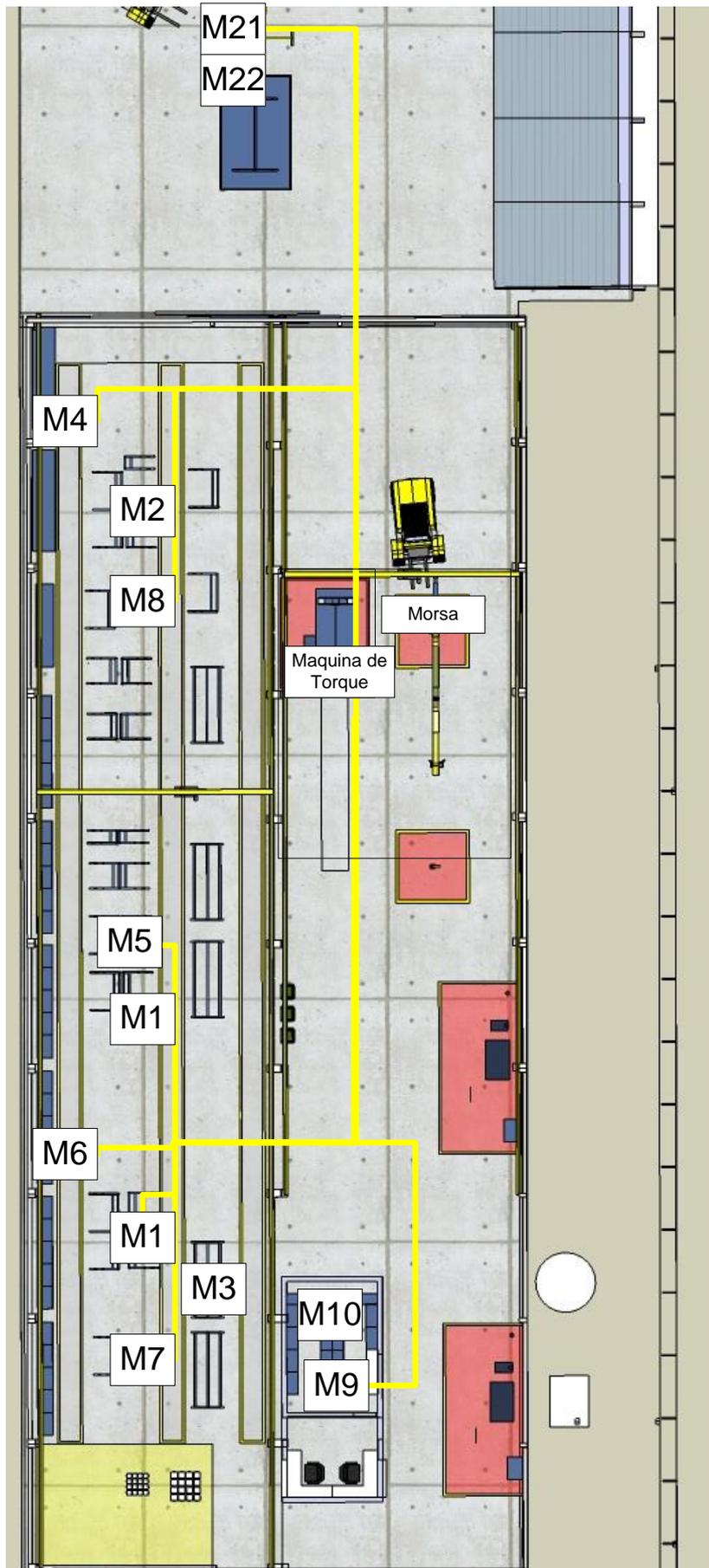


Ilustración 37 Diagrama de Hilos propuesto del armado de un Liner Hanger.

Referencias

M1	Flex Lock III Liner hanger
M2	Lift Nipple
M3	Rotating Packer
M4	HR Setting Tool
M5	ZXP Top Packer
M6	Insert drillable pack-off
M7	Spacer
M8	Slick Stinger
M9	Wiper Plug
M10	Bolita de Bronce
M21	Cabeza de Cementación TD
M22	Plug Dropping Sub

3.4 Otras propuestas de mejora

3.4.1.1 Auditorías de Housekeeping

El housekeeping de la base es mejorable. Los puestos de trabajo están desordenados, en el rack para herramientas puede observarse que no se respeta la plantilla. Es normal que se rompan o pierdan herramientas. Existe material obsoleto y muchas cosas se encuentran fuera de lugar o simplemente no están asignadas a un lugar.

Para implementar exitosamente un sistema de auditorías de housekeeping (SOL o 5s) debe estar muy claro quien responde por cada área.

La separación del espacio de almacén del de taller permite dividir las áreas de responsabilidad del almacenista de las de taller. Se propone hacer responsable de cada banco de trabajo a un herramentista, de modo que en el caso de faltar herramientas o desorden excesivo pueda determinarse un solo responsable.



Ilustración 38. Banco de trabajo



Ilustración 39. Panel para herramientas



Ilustración 40. Depósito de cajas

5 porqués

1.¿Porque esta desordenado el lugar de trabajo?
Porque nadie lo ordena.

2.¿Porqué no?
Porque no existe un estado ordenado definido

3 ¿Porqué no?
Más de uno persona usa el banco para distintas tareas, lo que es cómodo para uno e incomodo para el otro.

4. ¿Por qué no?

O bien los espacios y herramientas no están asignadas, o bien las asignaciones se solapan o bien no se hacen respetar las asignaciones.

5. ¿Por qué?

En el caso de que no se respeten las asignaciones puede que sean obsoletas no estén bien asignadas.

3.4.1.2 Certificación de racks - Báscula para el puente grúa

En la base actual existen racks cantilever flexionados por haber sido sobrecargados. Sería recomendable certificar el peso máximo que soporta cada rack y utilizar la báscula de la Base Comodoro Rivadavia (en desuso desde que se adquirió la herramienta torqueadora que la reemplaza en su función de medir de medir el torque aplicado con la llave manual) para verificar que el peso del material es adecuado para cada rack en el almacén.



3.4.1.3 Alfombras anti resbalos

Al torquear/destorquear manualmente herramientas puede llegar a realizarse un esfuerzo considerable sobre un piso potencialmente resbaladizo (eventuales residuos de hidrocarburos/grasa)

El uso de alfombras ayudaría a evitar accidentes durante la realización de estas operaciones y serviría para que las piezas apoyadas en el suelo no rueden ni se golpeen.





Ilustración 41. Alfombra antiresbalos instalada en la Base de Comodoro Rivadavia

3.4.1.4 Registro de Incidentes

No se registran incidentes/accidentes en la base, a pesar de que en las entrevistas con el personal se mencionaron situaciones que pueden caratularse como incidentes o incluso accidentes. (a saber: resbalones al trabajar en las morsas, golpes al manipular carga con el puente grúa)

El sistema informático utilizado actualmente por la empresa para el registro de incidentes y accidentes, presenta algunas dificultades (idioma, complejidad) y actualmente no hay un responsable de HS&E.

En el layout actual el coordinador de operaciones tiene una vista completa del taller y el eventual responsable de HS&E tiene una vista completa de la nave.

3.4.1.5 Colocar protecciones de gomaespuma en columnas y racks para proteger estructuras y piezas

Se corre el riesgo de que al manipular los materiales estos se golpeen contra columnas, estanterías y otros materiales. Por lo general con el efecto de la pintura se salte o se dañe la pieza. La instalación de protecciones amortiguantes en racks y columnas reduciría la tasa de piezas dañadas.

3.4.1.6 Control de gasto eléctrico con PLC

Con el fin de controlar el gasto energético se propone instalar un PLC que apague el aire acondicionado e iluminación en ciertos horarios (se utiliza el sistema exitosamente en Río Gallegos y Buenos Aires)

3.4.1.7 Registro de Inventario en una planilla de localización

Si bien existe una planilla de localización de inventario la misma no es muy completa y no se lleva rigurosamente. Esta situación genera es un factor de equivocaciones. En una nueva planilla podría incluirse el peso de cada ítem (que se registraría con la bascula instalada en el puente grúa) y se podría utilizar para llevar indicadores del almacén tales como ocupación de posiciones, de espacio, etc.

4 RESULTADOS

Presentación Final de la Instalación	4.1
Síntesis de problemas y mejoras propuestas	4.2

4.1 Presentación final de la Instalación

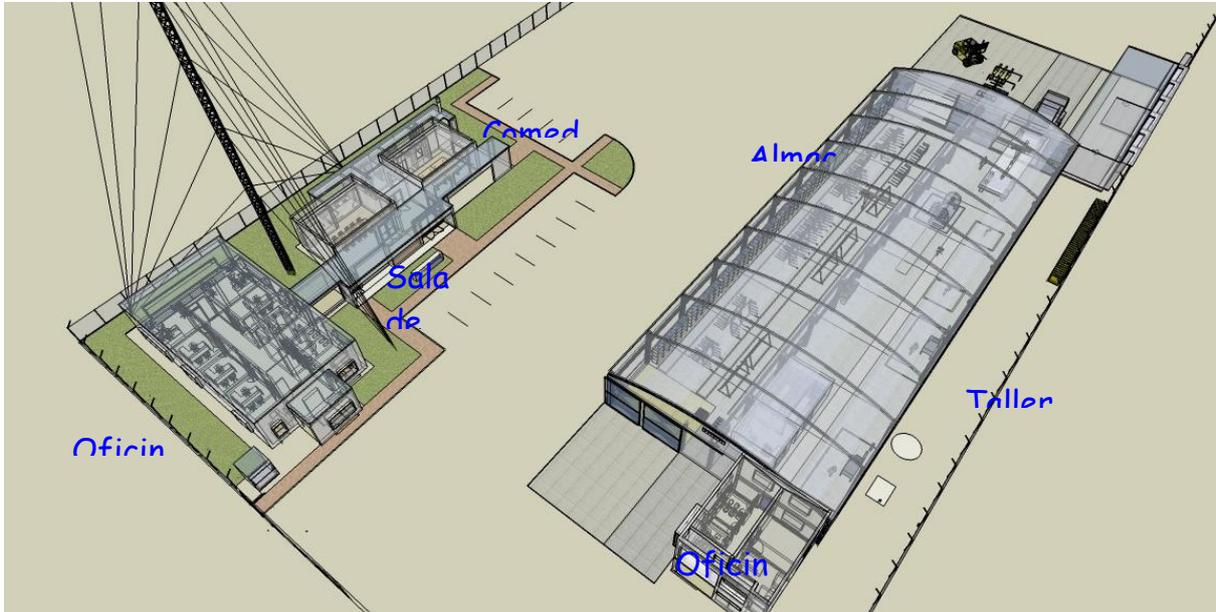


Ilustración 42. Vista aérea del complejo.

La instalación está integrada por dos cuerpos principales. La disposición respeta la ubicación de edificios preexistentes.

Los edificios ya existentes se remodelarán y se construirán dos nuevos edificios.

- Un cuerpo integrado por un comedor y una sala de reuniones.
- Un cuerpo adosado a la base que alojará las oficinas del coordinador de operaciones, del responsable de HS&E, una sala de reuniones, vestuario y baños.

4.1.1 La nave Industrial

La nave se dividirá en dos grandes áreas

- Taller
- Almacén

Se colocarán columnas para sostener las vigas carrileras del puente grúa, dividiendo la nave en dos partes iguales.

Se restringirá el acceso entre ambas mitades con un cerco metálico y se colocarán dos portones para controlar el acceso al almacén.

Sobre la medianera se construirá el área de lavado e inspección de herramientas.

El playón comunica: almacén de alquiler, taller y área de lavado.



Ilustración 43. Detalle Oficinas

4.1.2 Edificio adosado a la nave

Este edificio alojará una sala de reuniones donde se dictarán capacitaciones al personal de operaciones y donde los operadores podrán planificar el trabajo en los pozos y utilizar sus computadoras. También comprenderá: un vestuario, una kitchenette y las oficinas del coordinador de operaciones y el responsable de HS&E.

Al diseñar este edificio se tuvo especial cuidado en que la oficina del coordinador de operaciones tenga buena vista del área de taller y el coordinador de HS&E de la nave en general. Con un control incrementado se espera mejorar el reporte de incidentes y velar por el cumplimiento de las mejores prácticas.

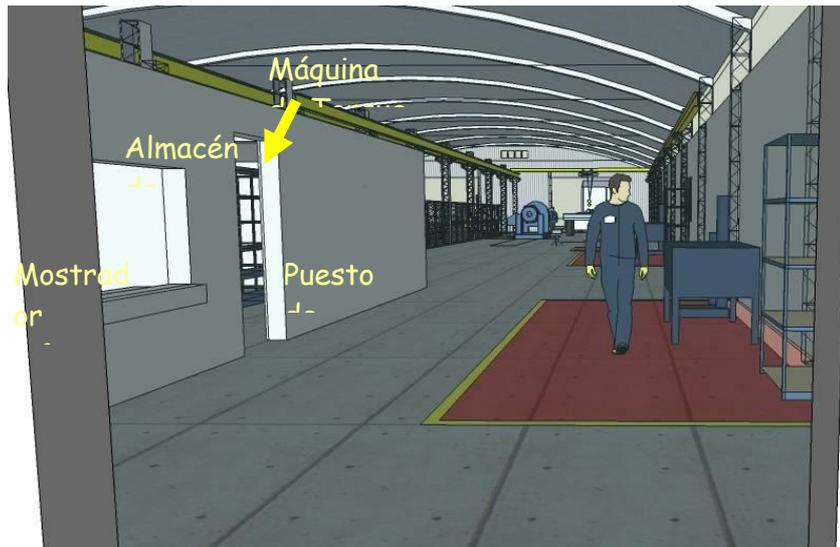


Ilustración 44. Vista desde la Oficina del Coordinador de Operaciones.



Ilustración 45. Vista desde la oficina de HS&E

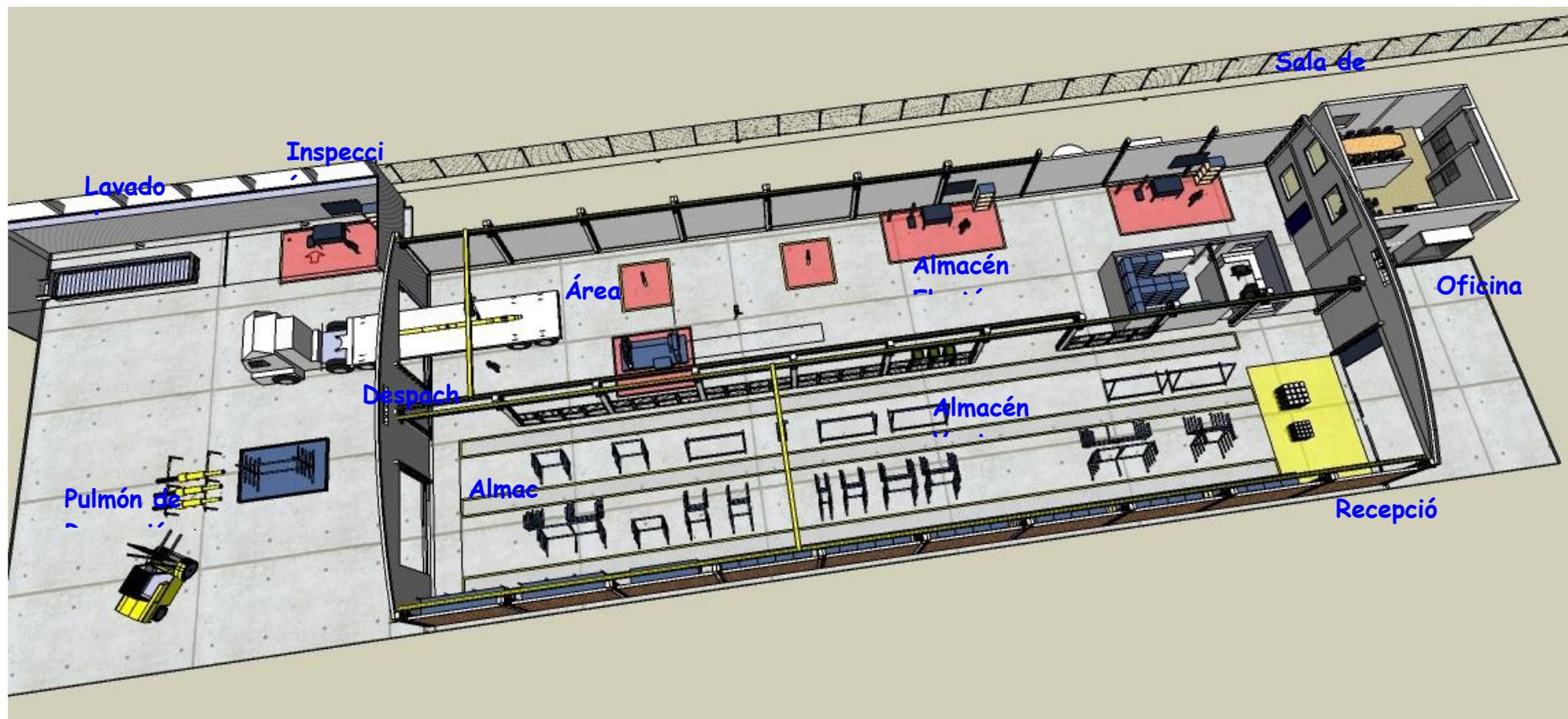


Ilustración 46. Vista general de la Nave

4.1.3 Playones

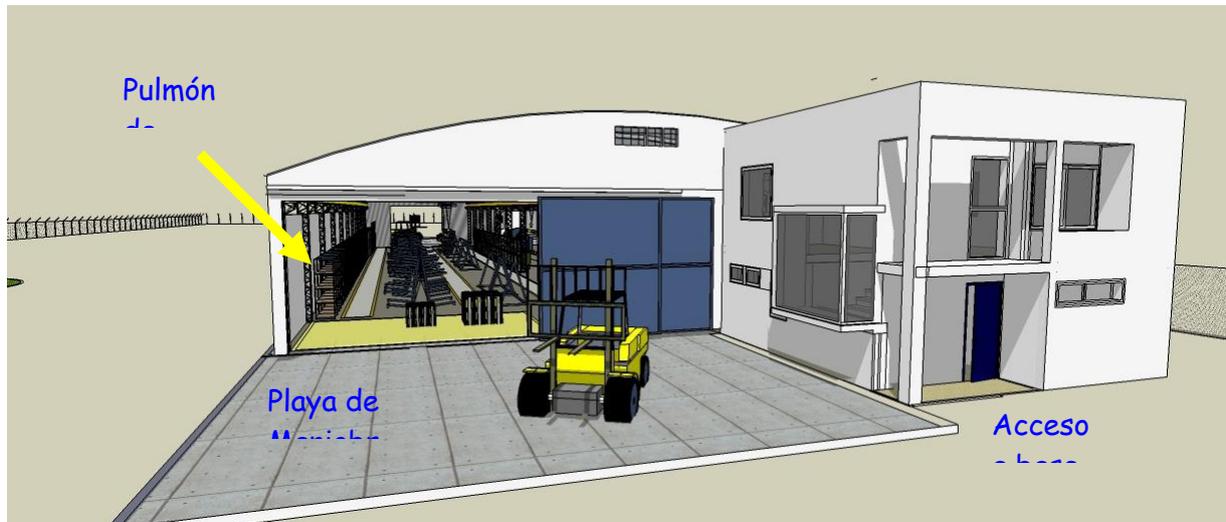


Ilustración 47. Playón delantero.

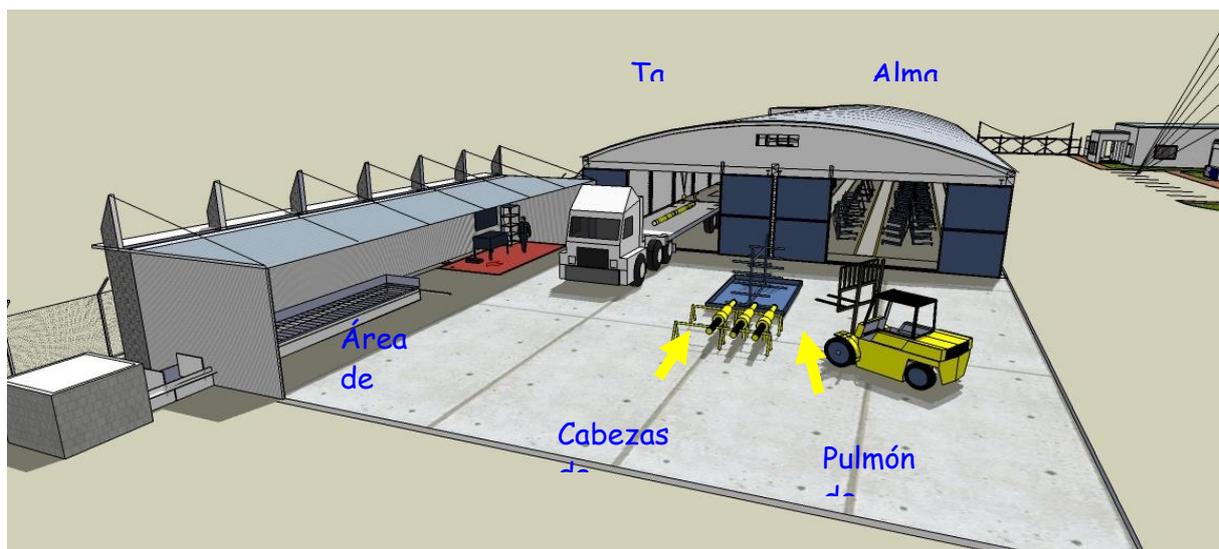


Ilustración 48. Playón Trasero.

El playón trasero servirá como área de recepción de equipos de pozo y de expedición para equipos que no se carguen con el puente grúa. Comunica las áreas de lavado e inspección e herramientas con el taller y el área de almacén.

4.1.4 Taller

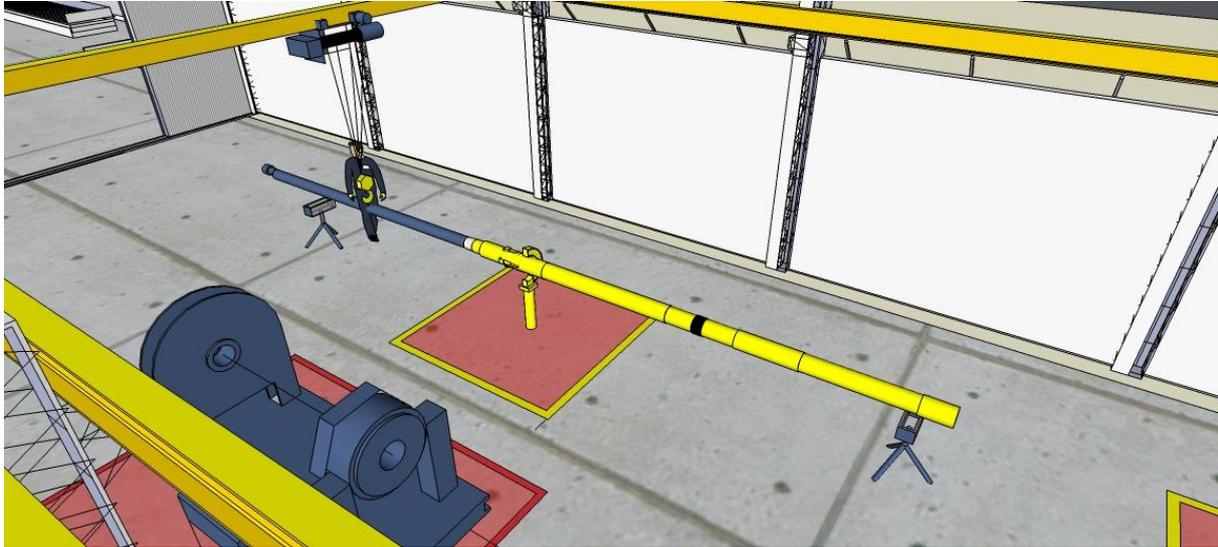


Ilustración 49. Armado de un liner hanger

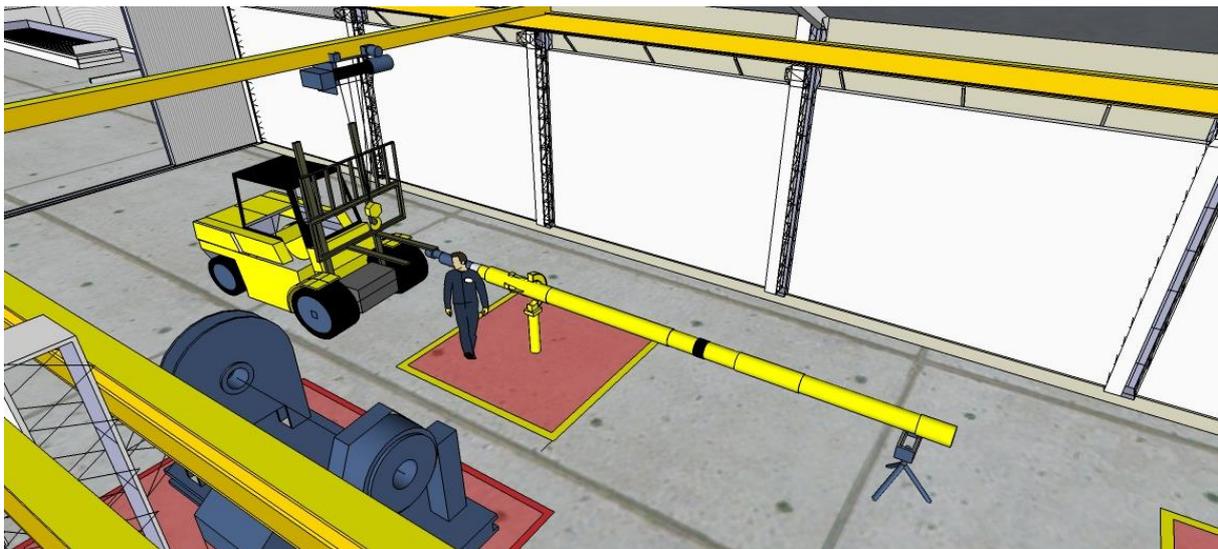


Ilustración 50. Tracción con autoelevador para verificar correcto acople

El taller está comprendido por un área de morsas (las mismas pueden removerse o colocarse en otras posiciones), una máquina de torque y dos bancos de trabajo. El puente grúa cubre toda el área de trabajo.

Las áreas se dispusieron de modo de garantizar un correcto flujo de materiales y se auditó verificando que puedan llevarse a cabo los procesos más comprometedores dimensionalmente.

En la Ilustración 49 se observa el ensamblado de A1 y en la figura Ilustración 50 la operación 0401 (Referirse al Diagrama de operaciones. pág. - 17 -)



Ilustración 51. Foto del predio



Ilustración 52. Montaje

4.2 Síntesis de problemas y soluciones propuestas

Problema	Solución Propuesta	Ref.	Pag.	Impacto	Dificultad de Implementación
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registro de Incidentes 	<p>Panóptico: oficina de coordinador de operaciones y de coordinador de HS&E con vista al taller y al almacén</p>	Ilustración 44	- 81 -	Medio	Media
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de materiales peligroso ▪ Izamiento peligrosos manual ▪ Técnicas de carga manuales ▪ Técnica pobres de movimiento de suministros ▪ Equipo de manipuleo inadecuado ▪ Equipo de manipuleo parado ▪ Equipo de manejo de materiales peligroso casero ▪ Falta de estandarización de equipo de manejo de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nueva disposición de los racks para evitar efecto péndulo del puente grúa 	Ilustración 27	- 55 -	Medio	Medio
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptación de carritos. ▪ Separación del área de almacén para que los operarios no puedan manejar materiales sin supervisión del almacenista. ▪ Uso del puente grúa para carga y descarga de semis ▪ Diseño de nuevos carritos 	<p>Ilustración 29</p> <p>Ilustración 31</p> <p>Ilustración 29</p>	-53 - - 58 - - 57 -	Medio	Medio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escaso control de inventario ▪ Entradas y salidas no aseguradas ▪ No existe clasificación ABC ▪ Material obsoleto e inactivo ▪ Almacenamiento en orden de número de parte ▪ Almacenamiento randomizado ▪ Almacenamiento dedicado ▪ Cosas diferentes tratadas de la misma manera ▪ Sistema de localización de inventario manual 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rediseño exhaustivo de almacén. ▪ Planilla de localización de inventario 	3.3	- 60 -	Alto	Medio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material apilado en el suelo en recepción y expedición ▪ Pasillos congestionados ▪ Lugar de trabajo congestionado. ▪ Distribución inadecuada del lugar de trabajo para el material. ▪ Ausencia de un programa formal de auditoría 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Layout y sistema de manejo de materiales que facilitan el almacenamiento ▪ Mayor control por parte de del coordinador de HS&E ▪ Programa 5s. ▪ Implementar auditoria de housekeeping 	3.2 3.4	- 48 -	Alto	Medio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material esperando papeles/ Material despachado sin papeles (especialmente elastómeros y repuestos) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oficina de almacenista localizada entre almacén y taller, integrada al almacén de elastómeros. ▪ Mostrador en oficina para despachar papeles con el material 	4.1.1	- 79 -	Medio	Bajo

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de materiales hecho por trabajo directo. ▪ Operadores moviéndose por suministros. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Separación de las áreas de almacén y taller. ▪ Mejora sustancial del sistema de manejo de materiales 	3.2 3.3	- 48 - - 60 -	Medio	Medio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posibles golpes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alfombra antiresbalo 	3.4.1.3	- 74 -	Medio	Bajo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Llaves dobladas ▪ Estanterías dobladas en racks 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalación de una báscula para puente grúa existente y en desuso en la base de Comodoro Rivadavia) 	3.4.1.2	- 74 -		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema Incapaz de Crecer o Cambiar ▪ Distancias largas para material, equipo y personal ▪ Vuelta hacia atrás de material ▪ Distancias largas ▪ Tráfico cruzado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El nuevo layout fue diseñado tendiendo en cuenta los flujos e incorporando mejores práctica (orientación de pasillos y estanterías) 	4.1	- 79 -	Alto	Medio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Almacenamiento en orden de número de parte 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño de almacén más racional teniendo en cuenta flujos, rotaciones, tamaños. 	3.3.3	- 64 -	Medio	Medio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausencia de protecciones para racks y columnas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar protecciones de gomaespuma en columnas y racks para proteger estructuras y piezas 	3.4.1.5	- 75 -	Medio	Bajo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de tablero con PLC para el apagado y encendido programado de luces, riego y climatización. 	3.4.1.6	- 75 -	Medio	Medio

Ventajas de esta nueva instalación:

La nueva instalación no solo mejora las condiciones de manejo de materiales, gracias a la extensión de la utilización del puente grúa a las áreas de almacén, despacho y recepción. Si no que facilita la asignación de responsabilidades con una separación clara de áreas. Se eliminaron algunos movimientos innecesarios de material y personal disponiendo las áreas según la importancia de su cercanía establecida usando el método del cuadro relacional, lo que reduce el gasto energético, el riesgo de accidentes y el tiempo de proceso.

Si bien es difícil cuantificar el impacto de la implementación de las propuestas en seguridad, especialmente porque no existe un registro formal de incidentes y accidentes en actividad, las mismas responden a problemas detectados en entrevistas y visitas a la planta y debería esperarse que mejore sensiblemente la seguridad de la operación.

La asignación clara de responsables a área y el control mejorado gracias a la vista a planta de las oficinas del coordinador de operaciones y de HS&E debería sentar las bases para permitir que se implemente exitosamente un programa de registro de incidentes y auditorías, dando comienzo a un ciclo de mejora continua.

Se logró un uso más eficiente del espacio: en una instalación un 25% menor se pueden acomodar las actividades, esto se logró mediante un uso más racional del espacio y una disposición más compacta del almacén. El área útil de taller incluso logró incrementarse.

La metodología del uso de maquetería permitió que el diseño final haya sido auditado y aprobado por todos los socios del proceso, es decir es una instalación con la que todos están de acuerdo en su diseño antes de comenzar a operar.

4.3 Revisión de Google Sketchup cómo herramienta de diseño de layouts

Google Sketchup comparte los beneficios de otros sistemas de modelado 3d:

1. Permite ver el layout desde varias perspectivas
2. La escala puede cambiarse rápida y fácilmente
3. Pueden evaluarse distintas situaciones operativas
4. Permite realizar presentaciones a grupos no técnicos

La verdadera novedad de Google Sketchup es su sofisticada interfase. El software permite generar bocetos muy rápida e intuitivamente. A diferencia de la mayoría de los programas de diseño tradicionales se trabaja en una sola vista (a diferencia de 4, esto es gracias a que la interfase “intuye” que se quiere hacer según desde donde se este mirando la escena, y en que plano se quiere trabajar, es decir, incorpora un conjunto de reglas que modifica el efecto de las instrucciones dependiendo desde donde se esta mirando el modelo. En Google Sketchup se pueden realizar bocetos más o menos complejos con unos cinco o seis comandos básicos e incluye una herramienta para generar modelos a partir de fotografías.

Esta simplicidad tiene como costo que no permite generar modelos complicados, no incluye capacidad de trabajar superficies curva u otras características de otro software de diseño

Esta simplicidad de uso, le da grandes ventajas sobre los sistemas tradicionales de modelado en 3d:

1. Sencillez de uso, requiere muy poco tiempo de capacitación (que es gratuita a través de tutoriales en video que se encuentran en la página)
2. Se puede utilizar como herramienta de diseño, no solo de modelado. Es decir, los bocetos se pueden realizar, discutir y modificar directamente en el programa.

Antes de Google Sketchup el costo de modelos tridimensionales era difícilmente justificable.

Google Sketchup es gratuito para uso domestico o estudiantil.

Existe un amplísimo catalogo de elementos para incluir en el modelo (puertas, personas, vehiculos, edificios) y además cada elemento que se crea se almacena automáticamente y queda disponible para su posterior reutilización.

Debido a estas características Google Sketchup muestra un potencial altísimo como herramienta de diseño de instalaciones:

Es una herramienta de boceteo muy poderosa

No solo es una herramienta de presentación a personal no técnico, si no que es una herramienta de comunicación de dos vías. Puede usarse de soporte en reuniones con el personal para ir discutiendo y ensayando ideas.

Para personas que lleven más de un proyecto, el trabajo invertido en el diseño de una base puede reaprovecharse para otra. De hecho el programa ofrece una página web () donde se pueden subir y compartir colecciones de objetos. Si se generase una comunidad activa de desarrolladores de layouts la tarea sería aún más sencilla. Muchos fabricantes de aperturas, materiales para construcción y vehículos e incluso pinturas, ofrecen modelos de sus productos en el catalogo de objetos.

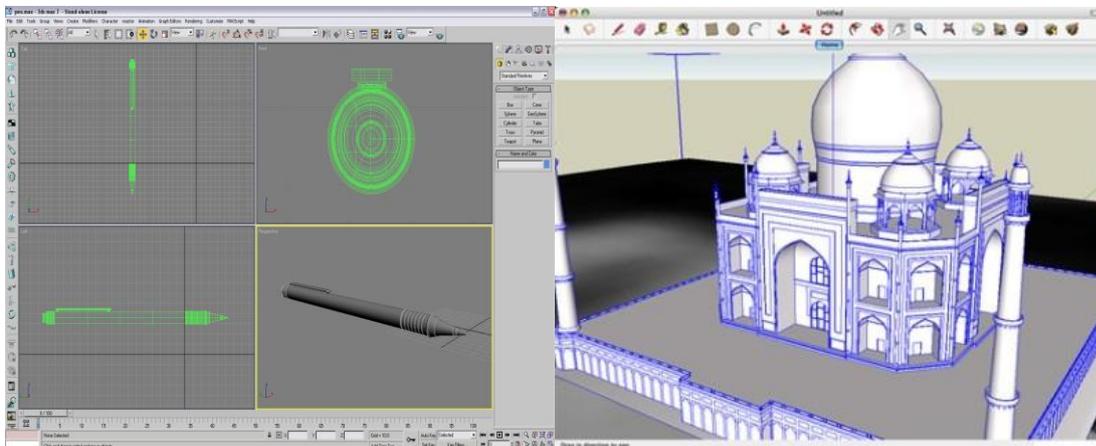


Ilustración 53. Interfase de 3D Studio vs. Interfase de Google Sketchup

Revisando la Tabla 2, podemos ver que google Sketchup ayuda en la mayoría de los puntos enumerados como facilitadores del cambio por Krick (ver anexo 5.3.4)

1. Ayuda a explicar la necesidad de cambio concienzuda y convincentemente
2. Permite involucrar mucha gente en el desarrollo del plan de la instalación, sin importar su formación.
3. Permite hacer énfasis en los aspectos más beneficiosos para los individuos involucrados.
4. Puede usarse como herramienta para dejar que otros “piensen la respuesta” es decir, puede utilizarse como herramienta de coordinación y guía para que los involucrados adquieran un rol participativo y creativo en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Tompkins, J. et Al. 1996. Facilities Planning. 719 páginas. JOHN WILEY & SONS, INC. ISBN 0-471-00252-6.

Frazelle, E. 2002. World-Class Warehousing and Material Handling. 280 páginas. Business & Economics

Muther, R. 1973. Systematic Layout Planning. Cahners Books

Rusell, R. y Taylor, B. 1999. Operations Management. 868 páginas. PRENTICE HALL.

Cedarleaf, J. 1994. Plant Layout and Flow Improvement. 230 páginas. MC GRAW HILL.

Heragu. 1997. Facilities Desgn. PWS. 656 páginas.

Ballou, R. 2004. Logística - Administración de la cadena de suministro. Pearson

Render, B. & Heizer, J. 2004. Principios de Administración de las Operaciones. Prentice Hall. Quinta Edición.

Krick, E. 1962. Methods Engineering: Design and Measurement of Work Methods
- Industrial engineering - 1962 - 530 páginas

Apuntes de Cátedra:

Desconocido. 1979. Cementing petroleum extension service. Divison of continuing education, The University of Texas at Austin.

Varios. 2006. Apuntes de la Cátedra de Construcciones Industriales. ITBA.

Korochinsky et Al. 2004. Apuntes de la cátedra.

Basi. J.C. 2005. Apuntes de la cátedra de Calidad. ITBA.

Documentos Internos de Baker Hughes:

Desconocido. 2005. NQN Base Issues

Desconocido. 2006.

Manual ISO

Artículos:

Brett, P. 1998. An Introduction to Material Handling Equipment Selection. The College-Industry Council on Material Handling Education (CICMHE)

Páginas Web:

Shlumberger Oilfield glossary <http://www.glossary.oilfield.slb.com/search.cfm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_wells

Full Description Baker Hughes Inc BHI (NYSE)

<http://stocks.us.reuters.com/stocks/fullDescription.asp?rpc=66&symbol=BHI>

Baker Hughes International

<http://www.bhi.com>

Wikipedia

<http://www.wikipedia.org>

5 ANEXOS

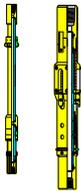
5.1 Componentes de un sistema de liner hanger

Setting Tool:



Es la herramienta que conectada a la tubería de perforación, transporta el *liner* (cañería colgante) hasta el punto donde debe ser colocada. Una vez cementada la cañería, se retira la herramienta.

Setting Sleeve and Liner Packer



Las partes superior e inferior del *liner* siempre deben sellarse (para poder aislar la zona punzada), el fondo siempre se sella con cemento, la parte superior puede sellarse con cemento o con un *liner top packer*, que proporciona un sello mecánico más confiable.

En el caso de sellar la parte superior con cemento, el *top packer* se reemplaza con un *setting sleeve*, que tiene el perfil para acoplarse al *setting tool*.

Tanto *casing* como *top packers* pueden incorporar un *tieback extensión* (herramienta que soporta tubería por adentro del casing hasta la superficie) Ambos tienen una conexión inferior para las demás herramientas.

Cementing Pack-off

Se corre en la parte inferior del *setting tool*. Sirve como sello de presión en la parte superior del *liner*, Fuerza a los fluidos a circundar el fondo del *liner*, Permite la actuación de los *setting tools*. Tiene conexiones al *casing* en la parte superior e inferior.

Liner Hanger



Soporta el peso completo del *liner*, mantiene al *liner* suspendido despejado del fondo del pozo. Se ancla al *casing* utilizando lengüetas. Hay cuatro tipos básicos: mecánico, mecánico rotacional, hidráulico e hidráulico rotacional. Tiene conexiones en sus partes superior e inferior.

Landing Collar



Ubicado 1-2 secciones sobre el fondo del *liner*. Hay dos tipos básicos: tipo 1 atrapa al *liner wiper plug*, tipo 2 atrapa al *liner wiper plug* y atrapa a la bola para los

actuadores hidráulicos.

Float Equipment, Float collar and Float shoe

Pueden ser insertables o estar integrados al *liner*. Proveen una válvula de presión en el *liner*. Prevén que el cemento vuelva a este después de ser circuladas alrededor del pozo. Poseen conexiones (roscados) en las partes inferior y superior en el caso de ser integrales.

Plugs (tapones)

Cuando se realice un trabajo de cementación una cantidad dosificada de cemento es bombeada junto a un fluido de desplazamiento. Los tapones se usan para separarlo del cemento.



Pump Down Plug (drill pipe dart)

Lanzado desde la superficie. Separa el cemento del fluido de desplazamiento.



Barre el cemento desde el interior de la tubería de perforación. Permite al *liner wiper plug* ser liberado.

Liner wiper plug

Separa el cemento del fluido de *desplazamiento*. Después de ser liberado barre el cemento del interior del *liner*. Se acopla al *landing collar*.

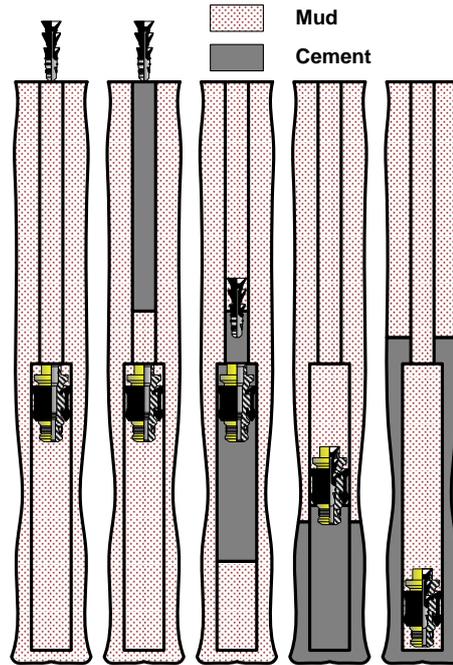
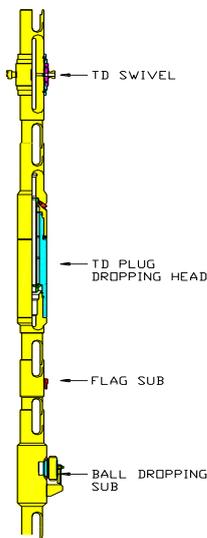


Ilustración 54. Esquema de bombeo de cemento en el espacio entre la tubería y el agujero. Notese que los tapones se usan para dosificar y separar el cemento del lubricante.

Equipo de Superficie



Se usa para varias funciones:

- Conectar líneas de cemento a la tubería de perforación
- Liberar los *Pump Down Plugs*
- Indicar si se liberó el tapón o no.
- Soltar bolas.

TD Swivel

Permite conectar las líneas de cementación a la tubería de perforación. Permite que la tubería de perforación se gire sin que se enreden las líneas de cementación.

TD Plug Dropping Head

Se utiliza para soltar el *Pump Down Plug*.

Flag Sub

Permite al operador saber si se liberó el *Pump Down Plug*.

Positive Ball Dropping Sub

Permite liberar la bolita que acciona los mecanismos hidráulicos (en caso de herramienta de accionamiento hidráulico)

5.2 Etapas de un pozo

Para entender mejor los productos y servicios que ofrece la compañía vale la pena describir las distintas etapas que atraviesa un pozo petrolero.

5.2.1 Planning

En esta etapa se planea dónde y como van a realizarse las perforaciones para optimizar el rendimiento del reservorio. Se realizan perforaciones piloto y se corren simulaciones.

5.2.2 Perforación (Drilling)

El pozo se crea perforando un hoyo de entre 5” y 30” de diámetro en la tierra, con una torre de perforación que suspende tubería, la misma tiene una broca en un extremo que al girar (utilizando una mesa rotary, un top drive o un motor de fondo) y presionar con el peso de los portamechas el terreno va perforando un agujero en el suelo. Por la tubería circulan lodo de perforación que mantienen la presión, lubrica, arrastran el material desprendido a la superficie y genera un reboque en las paredes de agujero. Después de que el agujero es perforado un tubo de acero (*casing*) un poco más pequeño que el hoyo, es insertado y fijado con cemento. El *casing* provee integridad estructural a la nueva cara de pozo además de aislar las zonas. Con estas zonas aisladas de forma segura y la formación protegida por el *casing* el pozo puede perforarse más profundo, a formaciones potencialmente más violentas e inestables. Los pozos modernos con frecuencia tienen de dos a cinco etapas de hoyos progresivamente más pequeños perforados uno dentro del otro, cada uno cementado con *casing*

5.2.2.1 Terminación (Completion)

Después de perforar y entubar el pozo, este debe ser “completado”. Terminación es el proceso que deja al pozo en condiciones de producir petróleo y gas.

En las completaciones de *cased-hole*, se realizan pequeñas perforaciones en la porción del *casing* que pasa por la zona de producción para proveer un camino para el petróleo y el flujo de la formación circundante a la tubería de producción. En las completaciones de *open-hole* se instalan *sandscreens* o *gravel packs* en la última etapa del pozo sin *casing* para que mantengan integridad estructural en lugar el *casing*, mientras permiten el flujo del reservorio a la tubería. Las *screens* también controlan la migración de arena de la formación a la tubería de producción y el equipo de superficie.

Después de que se armó un camino para el flujo se introducen en el pozo ácidos y/o se fractura con golpes de presión, para preparar la formación para producir óptimamente hidrocarburos en la tubería. Finalmente el área del *casing* sobre el área del reservorio es aislada con un *packer*, a través del cual se coloca una tubería de menor diámetro, llamada tubería de producción. Esta tubería ofrece una barrera redundante para los hidrocarburos y su menor diámetro permite un incremento en la velocidad de producción del pozo.

En la algunos casos la presión natural del reservorio es lo suficientemente alta para que el petróleo o el gas suban a superficie. De no ser el caso puede colocarse una tubería de menor sección o un método de elevación artificial.

5.2.2.2 Producción (Production)

Es la etapa en la que el pozo produce petróleo y gas, a esta altura generalmente la torre de perforación fue reemplazada por un juego de válvulas, siempre y cuando se mantenga la presión del pozo. De no ser así, se instalan elementos de extracción artificial, tales como bombas o pozos adyacentes para inyectar agua o gas.

5.2.3 Abandono (Abandonment)

Cuando el pozo ya no es productivo se remueve la tubería y se llena con cemento las partes pertinentes para aislar las vías entre las áreas de gas y de agua.

5.2.4 Intervención y Retrabajos (Well Workover and Intervention)

Se denomina “Intervención” y “Retrabajo” al proceso de realizar tratamientos importantes de mantenimiento o remedial. Muchas veces esto implica la remoción y reemplazo de la tubería de producción después de que el pozo fue terminado y una Workover Rig (torre de retrabajo) fue colocada en su lugar. El thru-tubing (trans-entubado) consiste en trabajar sobre la tubería de producción, el uso de tubo bobinado, *snubbing* o equipo de *slickline* permite salvar tiempo y dinero, al evitar que se tenga que remover la tubería.

5.3 La planificación de Instalaciones y el desarrollo de Layouts

En esta sección se hablará de la disciplina de diseño de layouts en general, de su importancia, de algunos marcos metodológicos y se presentarán las herramientas elegidas para resolver este problema en particular.

5.3.1 Estado de la cuestión

La planificación de instalaciones es el proceso o conjunto de acciones metodológicamente ordenadas destinadas a desarrollar una instalación cuyo principal objetivo es dar un adecuado soporte a los requerimientos de los procesos productivos y operaciones que se realizarán en la misma, cumpliendo simultáneamente con los siguientes objetivos particulares:

- Optimizar el uso del espacio.
- Generar una distribución espacial de áreas funcionales que permita un flujo de materiales y procesos eficiente.
- Optimizar el movimiento de materiales dentro de la instalación, y por ende el personal, equipamiento y energía asociados.
- Optimizar el costo total de servir a clientes, a través de una ubicación adecuada.
- Minimizar las inversiones necesarias para cubrir con los objetivos anteriores.

El campo de aplicación del desarrollo de layouts es amplísimo, pueden aplicarse las herramientas y principios de esta disciplina al diseño de fábricas, centros comerciales, restaurants, almacenes, hospitales, iglesias o puestos de trabajo, circuitos electrónicos, o cualquier construcción o dispositivo que vaya a alojar flujo de personas, cosas, energía o información.

5.3.2 Importancia

Por su naturaleza, el diseño de instalaciones es una materia que concierne a una gran variedad de especializaciones, mismo dentro de las ingenierías pueden participar ingenieros eléctricos, civiles e industriales. Adicionalmente participan arquitectos, consultores, gerentes y contratistas.

Incluso en proyectos de pequeña envergadura, tal como el de este estudio, participaron arquitectos, un ingeniero civil (para el cálculo de los puente grúa), una empresa de telecomunicaciones (elección de la antena), un consultor de medio ambiente, higiene y seguridad para el diseño del área de lavado, electricistas y personal de la empresa que se participó; desde operadores hasta el gerente de país y personal regional de higiene, seguridad y calidad.

La mayor parte de la literatura de diseño de layouts se concentra en la concepción de un proyecto partiendo de cero, mucho del trabajo en el área consiste en mejorar el layout de instalaciones existentes.

Existe una discusión sobre si debe diseñarse primero el sistema de manejo de materiales o el layout, la postura más aceptada es que en lo posible, ambos aspectos del proyecto deben ser desarrollados simultáneamente.

5.3.3 Metodologías

Existen varios acercamientos estructurados a los problemas de planificación de instalaciones y diseño de layout. En la literatura se encuentran enfoques que van desde check-lists hasta modelos matemáticos muy sofisticados. También puede ver la influencia de las herramientas de calidad, como en el proceso de planificación de instalaciones propuesto por Tompkins, que recuerda al círculo de Demming (plan-do-check-act)

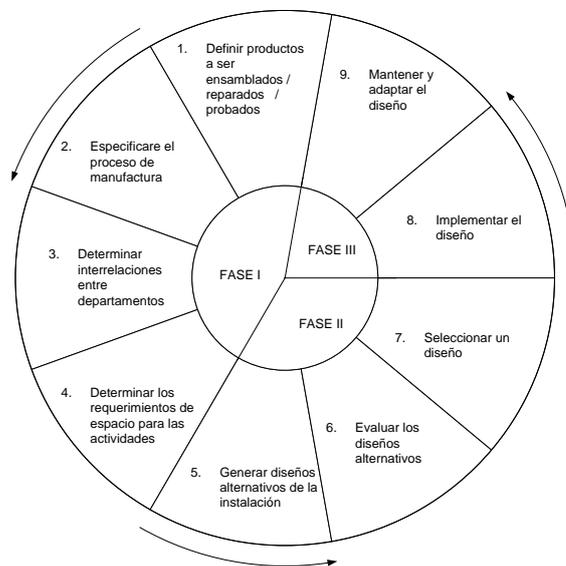


Ilustración 55. Proceso de planificación de instalaciones propuesto por Tompkins. [Tompkins, 1996]

	Apple	Reed	Muther (SLP)
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procurar datos básicos. 2. Analizar datos básicos 3. Diseñar el proceso productivo 4. Planificar el patrón de flujo 5. Considerar el plan general de manejo de materiales 6. Calcular requerimiento de equipos 7. Planificar estaciones de Trabajo individuales 8. Seleccionar equipo específico de manejo de materiales 9. Coordinar grupos de operaciones relacionadas 10. Diseñar interrelaciones entre actividades 11. Determinar requisitos de almacenamiento 12. Planificar actividades auxiliares y de servicio 13. Determinar requisitos de espacio 14. Asignar actividades al espacio total 15. Considerar tipos de edificios 16. Construir layout maestro 17. Evaluar, ajustar, y chequear el layout con las personas apropiadas 18. Obtener aprobaciones 19. Instalar el layout 20. Seguir la implementación del layout 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar el producto o productos a ser producidos 2. Determinar el proceso para manufacturarlo 3. Preparar cuadros de planeación de layout <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flujo de procesos (operaciones, transporte, almacenamiento, inspecciones) ▪ Tiempos Standard para cada operación ▪ Selección y balance de máquinas ▪ Selección y balance de mano de obra. ▪ Requisitos de manejo de materiales. 4. Determinar estaciones de trabajo 5. Analizar áreas de almacenamiento, 6. Establecer ancho mínimo de pasillos. 7. Establecer requisitos de oficinas. 8. Considerar instalaciones para el personal y servicios. 9. Investigar servicios para planta 10. Proveer para expansión futura. 	

Tabla 8. Enfoques estructurados para el diseño de layouts de instalaciones. [Tompkins, 1996; Muther,1973]

Por lo general se tiene en cuenta que no existen dos proyectos de layout iguales y que es común seguir los pasos en otro orden, o incluso saltar pasos

Casi todas las metodologías responden a la estructura:

1. Definir /analizar el problema
2. Generar soluciones alternativas
3. Seleccionar e implementar la solución

Además existe una variedad de enfoques algorítmicos, es decir, el diseño de layouts a partir de la cuantificación de algunas variables (ponderación de importancia de cercanías, intensidad de flujos). En la sección 5 se utilizará un enfoque algoritmo para obtener un layout general sobre el que ir trabajando.

Limitaciones, Particularidades

Por su naturaleza de problema complejo es ampliamente aceptado que hay un componente que escapa a la ciencia en su resolución

Citando al Arquitecto Korochinsky, en el libro de la cátedra de Organización de la Producción I 2003, del ITBA:

“Si bien la planificación de instalaciones tiene una importante base científico técnica (principios, métodos, reglas y conceptos) para encontrar el mejor resultado global hay

también que desarrollar un sentido artístico/creativo que permita lidiar con objetivos intervinculados y generalmente conflictivos entre sí”

Y es con este espíritu que Tompkins et al. [1996] proponen una serie de ayudas/consejos que demostraron ser de ayuda a la hora de generar “más y mejores layouts”:

1. Poner el esfuerzo necesario
2. Poner un límite de tiempo
3. Buscar varias alternativas
4. Establecer una meta
5. Hacer uso liberal de una actitud cuestionadora
6. No meterse en detalles demasiado pronto
7. Evitar “perderse el bosque por mirar el árbol”
8. Pensar en grande, después pensar en pequeño
9. No ser conservador
10. Evitar el rechazo prematuro
11. Evitar la aceptación prematura
12. Referirse a programas análogos de otros
13. Consultar la literatura
14. Consultar colegas
15. Usar la técnica de *brainstorming*
16. Divorciar el pensamiento de las soluciones existentes
17. Distribuir el esfuerzo en el tiempo
18. Involucrar al personal operativo
19. Involucrar al management
20. Involucrar gente experimentada
21. Involucrar gente inexperimentada
22. Involucrar a quienes se oponen al cambio
23. Involucrar a quienes promueven el cambio
24. Prestar atención a lo que hace la competencia
25. Reconocer las propias limitaciones
26. Buscar tendencias
27. Hacer la tarea antes
28. Entender los requerimientos
29. No pasar por alto un método mejorado actual
30. Pensar en “espectro amplio”

Dada la escasa experiencia en la resolución de este tipo de problemas del autor de esta memoria, el seguir estos consejos y conseguir ayuda fue fundamental para resolver exitosamente el diseño.

5.3.4 Factor Humano y Resistencia al Cambio

Citando a Tompkins en el capítulo 14 de la segunda Edición de “Facilities Planning”:

“Si el plan de instalación no se vende correctamente la probabilidad de que el management lo acepte es muy baja no importa que tan alta sea su calidad”

La habilidad de vender el plan de actividades depende de la habilidad de lidiar efectivamente con la resistencia al cambio,

Causas de la resistencia al Cambio	Métodos Para minimizar las resistencia al Cambio
1.Inercia 2.Incertidumbre 3.Falla para ver la necesidad del cambio propuesto 4. Miedo de obsolencia 5.Reducción de trabajo necesario 6.Conflicto de personalidades 7.Resentimiento por las críticas implícitas 8.Enfoque pobre del planificador 9.Timing inoportuno 10.Rechazo a ayuda externa	1.Explicar la necesidad de cambio concienzuda y convincentemente 2.Involucrar mucha gente en el desarrollo del plan de la instalación 3.Introducir con tacto la propuesta, siendo cuidadoso con los tiempos 4.Introducir los cambios grandes en etapas 5. Hacer énfasis en los aspectos más beneficiosos para los individuos involucrados 6.Dejar que otros “piensen la respuesta” y dejar que otros reciban el crédito 7.Interesarse genuinamente en los sentimientos y reacciones 8.Hacer que los cambios sean anunciados y presentados por los supervisores inmediatos de las personas involucradas

Tabla 9. Listas de Causas y paliativos a la resistencia al cambio [Krick, 1962]

5.4 Desarrollo de las técnicas y herramientas

En este apartado revisaremos algunas de las herramientas usadas el desarrollo de este trabajo.

5.4.1 Herramientas para la etapa de definición y análisis del problema

5.4.1.1 Diagrama de Pareto (Clasificación ABC)

El famoso concepto descrito por el economista italiano del nombre del diagrama, de que el 85% de la riqueza es generada por el 15% de la gente es de gran aplicación en el análisis de información en el proceso de diseño de instalaciones. Algunos de los puntos en los que fue útil esta herramienta.

- Mix de producción: el 85% de los trabajos que se realizan corresponden a 15% de las líneas de productos.
- Diseño de almacén: el 15% de ls productos tiene el 85% de los movimientos

Incluso saber que la ley no se aplica es una información valiosa.

Esta herramienta es clave a la hora de elegir dónde hacer foco en la resolución de un problema: mediante la realización del histograma, es claro ver que problema vale la

pena atacar. En el caso particular de este proyecto, es claro que se debe diseñar la planta principalmente para la línea de *liner hangers* , 1 de las más de 11 líneas de productos que se trabajan.

5.4.1.2 Principios de manejo de materiales – auditoría de Manejo de Materiales

Basada en los principios adoptados por el CICMHE (College-Industry Material Handling Education). Se elaboraron una serie de check-lists para facilitar la identificación de oportunidades de mejora. Las principales bondades de esta manera de trabajo son:

- Permiten capitalizar la experiencia adquirida por los expertos
- No se escapa nada al análisis

Hay numerosas consideraciones detalladas involucradas en el diseño de un sistema de manejo de materiales que es fácil pasar por alto sin un enfoque estructurado.

5.4.2 Herramientas para generar alternativas

5.4.2.1 Gráfico Relacional / algoritmo de generación de layouts nuevos

Esta herramienta permite ser coherente a la hora de generar una solución. Se parte de fijar la importancia de la cercanía de los departamentos que compondrán el layout, clasificando en Absolutamente necesaria (A), Especialmente importante (E), Importante (I), Importancia Ordinaria (O), sin importancia (U)

Esta información se genera a partir de un análisis de la interacción entre áreas. En el caso de este estudio la importancia de cercanía ente departamentos se determino a partir del conocimiento del proceso productivo y de preguntar (siempre con sentido crítico) a las personas involucradas en el proceso pidiendo que se justifique la respuesta.

Esta tabla se utiliza en un algoritmo (descrito con detalle en la sección 4.1.1) para generar un layout inicial.

5.4.2.2 TQM

TQM brinda una serie de herramientas prácticas para resolver problemas puntuales. Es un enfoque de mejoras incrementales en el caso de contar con un diseño existente.

Algunas de las herramientas de TQM

- Diagrama espina de pescado
- Escalera de los 5 porqués
- Control estadístico de procesos

5.4.2.3 Sentido Común y Experiencia

Fueron de gran ayuda ideas transmitidas por gente con más experiencia en el tema y consejos que se encuentran en la bibliografía

Como me dijo la tutora de este trabajo final en una de las reuniones preliminares en la que buscaba como encarar este trabajo: “Las personas en las empresas no son tontas”, explicándome que muchas veces las cosas se hacen de una manera por alguna razón. Debe evitarse la crítica fácil e investigar la raíz del problema.

5.5 Auditoria Manejo de Materiales

Condiciones que indican posibles mejoras de productividad	Condición existente	Para corregir se necesita:					A solucionar con el cambio de layout
		Atención del supervisor	Atención de la gerencia	Estudio Analítico	Inversión	Otro	
1 Demoras en movimiento de materiales	X	x	x	X			
2 Tenencia de exceso de material	X		x	X			
3 Equipo parado por falta de material	X			X			
4 Distancias largas	X			X			
5 Tráfico cruzado	X			X			
6 Manipuleo manual.	X	x		X	X		
7 Equipo de manipuleo anticuado							
8 Equipo de manipuleo inadecuado	X	X		X	X		
9 Equipo de manipuleo insuficiente.							
10 Secuencia de operaciones desbalanceada.							
11 Equipo de manipuleo parado.	X					X	
12 Obstáculos para el manejo de materiales.	X	X		X	X	X	
13 Material apilado directamente sobre el suelo.	X	X		X			
14 Distribución inadecuada del lugar de trabajo para el material.	X	X					X
15 Almacenamiento sin orden.							
16 Pasillos congestionados.	X	X					X
17 Lugar de trabajo congestionado.	X						
18 Docks congestionados.							
19 Motortruck and railroad car tieup							
20 Técnicas de carga manuales	X	X		X			x
21 Excesivo volumen desperdiciado en almacen.							
22 Demasiados pasillos.							
23 Opearaciones desparramadas							
24 Pobre localización de áreas de servicios.	X				x		x
25 Falta de standarización de UL dentro de la planta	X		X	X			
26 Falta de técnicas de carga de unidades.							
27 Costo excesivo de mantenimiento de equipo de manejo de materiales.							
28 Manejo de materiales hecho por trabajo directo.	X	X	X				x
29 Operadores moviendose por	X	X	X				x

Aplicación de Nuevas Tecnologías al Diseño de Layout

	suministros.						
30	Técnica pobres de movimiento de suministros	X	X				x
31	Alto costo de trabajo indirecto.						
32	Material esperando papeles	X		X	X		
33	Demoras excesivas.	X		X	X		
34	Demoras inexplicadas						
35	Mano de obra ociosa	X					
36	Inspecciones localizadas inapropiadamente						
37	Scrap excesivo						
38	Izamiento peligrosos manual	X	X		X		X
39	Material mal direccionado	X		X	X		
40	Equipo de manejo de materiales peligroso casero	X	X	X			
41	Falta de estandarización de equipo de manejo de materiales	X					
42	Distancias largas paraa material, equipo y personal	X					X
43	Vuelta hacia atrás de material	X					X
44	Ruteo de proceso no estandarizado	X					
45	Oportunidad para layout agrupado por tecnología						
46	Oportunidad para layout por producto						
47	Oportunidad para layout por proceso						
48	Despacho de equipo no en tiempo real						
49	Sistema de manejo de materiales no modular						
50	Estaciones de trabajo no modulares						
51	Sistema automatizado de identificación no utilizado	X					
52	Ausencia de pasillos de una sola dirección	X					
53	Equipo de manejo de materiales moviendose vacío						
54	Cosas diferentes tratadas de la misma manera	X		X	X		
55	Remoción de desperdicios excesiva	X					
56	Deposito centralizado						
57	Depósito descentralizado						
58	Ausencia de sistema de incentivos para mano de obra de manejo de materiales	X		X			
59	Bajo uso de equipo de manejo de materiales automatizado	X					
60	Equipo de camino variable usado para manejo de camino fijo.	X					

Aplicación de Nuevas Tecnologías al Diseño de Layout

61	Sistema incapaz de crecer o cambiar	X						X
62	Bajo uso de robots industriales							
63	No se preparan las partes antes de la manufactura							
64	Falta de automatización en la carga y descarga de trailers							
65	Pobre manejo de materiales en la estación de trabajo							
66	Falta accesorios para los camiones y levantadores de bajo gancho							
67	Capacidad de equipo no apareada al requerimiento de carga							
68	Paletizado/despaletizado manual							
69	Falta de equipo para unitizar y estabilizar cargas							
70	Falta de un plan de manejo de materiales de largo alcance	X		X				
71	Falta programación de equipo de manejo de materiales a intervalo corto	X		X	X			
72	Falta de equipo de almacenamiento de pasillo angosto o muy angosto							
73	Pobre utilización del equipo de arriba de la cabeza							
74	Aberturas de rack para un solo tamaño de pallet							
75	Manejo de unidades no paletizado	X						
76	Almacenamiento en orden de número de parte	X						X
77	Almacenamiento randomizado	X						
78	Almacenamiento dedicado	X						
79	Cargas aplastadas en apilado							
80	No existe clasificación ABC	X			X			X
81	Material obsoleto e inactivo	X	X	X				
82	Material apilado en el suelo en recepción y expedición	X						
83	Pasillos y área de almacenamiento no marcados claramente							
84	Sistema de localización de inventario manual	X					X	
85	Falta de estandarización en los números de parte	X						
86	Conteo cíclico para el inventario físico	X						
87	Ausencia de un programa formal de auditoría	X		X				

Aplicación de Nuevas Tecnologías al Diseño de Layout

88	Ausencia de protecciones para racks y columnas	X				X		X
89	Cargas que desbordan los palets							
90	Carga excesiva de suelo, racks o estructuras	X						
91	Equipamiento funcionando a velocidad excesiva							
92	Front-to-back rack members not provided							
93	Equipo de manejo de materiales no pasa a través de las puertas	X						X
94	Ausencia de sprinklers y detectores de humo							
95	Equipo y material inflamable no identificado ni segregado							
96	Falta de ventilación en la zona de carga e baterías							
97	Entradas y salidas no aseguradas	X						X
98	Contenedores de basura ubicados cerca de Iso docks	X						X
99	Cantidad inadecuada de extinguidores de incendio							
100	Ausencia de un plan de contingencias para pérdida de fuegos							
101	Estanterías dobladas en racks	X						
102	Ausencia de entrenamiento formal para operadores de equipo de manejo de materiales.	X		X				
103	ausencia de programa de mantenimiento productivo	X						
104	Ausencia de programa de reemplazo de equipos							
105	Ausencia de niveladores de dock							
106	Llegada no programada de transportistas de entrada y salida							
107	Recepción y expedición descentralizada							
108	Material de entada no unitizado							
109	Cantidad inadecuada de docks							
110	Numeros de recepción no preasignados							
111	Listas de picking no imprese en el orden del picking	X					X	
112	Ordenes acopiadas de una a la vez							
113	Longitud de los pasillos no planeada							
114								

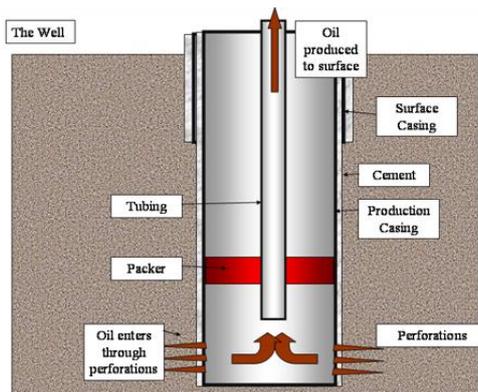
Aplicación de Nuevas Tecnologías al Diseño de Layout

115	Pobre calidad de pallets, no planificada							
116	Ordenamiento manual en la acumulación de ordenes							
117	Pobre control de trabajo en proceso							
118	Iluminación poco eficiente							
119	Luces, calentadores y ventilación pobremente localizada							
120	Ausencia de cerramientos para docks							
121	Calefacción , ventilación o aire acondicionado excesivos para almacenamiento de materiales							
122	Paredes y techo pobremente aislados	X						
123	pobre asignación de cerramientos para las áreas de atmósfera controlada							
124	Falta de programación de uso de energía para reducir las cargas pico.	X						
125								
	Pisos sucios							
126	Carga de baterías muy frecuente							

5.6 Glosario

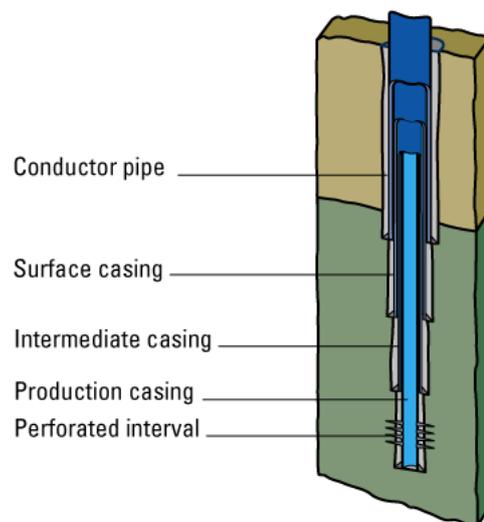
Pozo petrolero: Perforación en la superficie de la tierra para alcanzar y liberar petróleo y gas.

Torre de perforación: es la maquinaria utilizada para realizar el pozo. Los principales componentes son los tanques de lodo de perforación, las bombas de lodo, el mástil derrick, el mecanismo que levanta o baja las tuberías y el tren de perforación, la mesa giratoria, el equipo de generación de energía.



Tren de perforación: Combinación de tubería de perforación y ensamble portamechas y trepano o cualquier otra herramienta que permita la operación del taladro.

Tubería de perforación: Conducto tubular de acero con extremos especiales roscados (junta de herramientas). Permite bombear fluido de perforación y bajar y rotar el trepano o cualquier otra herramienta.



Casing: es un tubo de metal usado durante la perforación de un pozo de petróleo en combinación con cemento para estabilizar la formación recién perforada.

Por lo general un pozo contiene varios intervalos de “Casing” sucesivamente emplazadas en la anterior “corrida” o etapa de casing. Los diámetros van de 30” (para un casing conductor) a 5 1/2” para un casing de producción-

Liner:

Tubería que se extiende desde la zapata (fondo) de la sección anterior de tubo hasta el fondo del agujero.

Tubería de producción: Es la tubería que esta en contacto con el hidrocarburo, se encuentra alojada dentro del casing, y el espacio intersticial entre estos se encuentra sellado con packers. Es significativamente más liviano que el casing y no necesita ser corrido por la tubería de perforación.