

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.
ESCUELA DE CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES.**

PROYECTO DE GRADUACIÓN.



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO Y FABRICACION DE DOSIFICADOR DE CONCRETO

REALIZADO POR:

Hermes Vásquez Morera

PROFESOR ASESOR:

Oscar Chaverri Quiroz

ASESOR INDUSTRIAL:

Romano Rodríguez Pacheco

Fecha 21/06/06

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal examinador integrado por los profesores Ing. Ronald Jiménez Salaz y Ing. Mario Conejo. Como requisito para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Materiales con Énfasis en Procesos Industriales, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

la orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del profesor asesor Oscar Chavarri Quiroz.

**Profesor Evaluador
Ronald Jiménez Salazar**

**Profesor Evaluador
Mario Conejo Solís**

**Profesor Asesor
Oscar Chavarri Quiroz**

**Estudiante
Hermes Vásquez Morera**

Cartago, 21 de diciembre de 2006.

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar patente mi agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de mi Proyecto de Graduación.

Mi agradecimiento al Ing. Romano Rodríguez Pacheco y demás compañeros del Instituto Costarricense de Electricidad, por su apoyo y orientación, debido a que siempre tuvieron la disponibilidad del caso para el desarrollo del proyecto.

A todos muchas gracias

DEDICATORIA.

**A Dios, mis padres y hermano
por toda la ayuda que me
brindaron durante mis
años de estudio y Alex que fue una
inspiración en toda mi estancia en
la universidad .**

INDICE

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN	2
AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA.....	4
INDICE.....	5
Índice de figuras.....	6
Índice de tablas.....	6
I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
1.1 RESUMEN	8
1.2 INTRODUCCIÓN.....	10
1.2.1. <i>Identificación de la empresa</i>	10
1.2.1.1 Misión del Grupo ICE.....	10
1.2.1.2 Visión del Grupo ICE.....	10
1.2.1.3 La Organización.....	11
1.3 UNIDAD ESTRATÉGICA NEGOCIOS DE PROYECTOS Y SERVICIOS ASOCIADOS (UEN PYSA)	12
1.3.1 <i>Misión de UEN PYSA</i>	12
1.3.2 <i>Visión de UEN PYSA</i>	12
1.3.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	13
1.3.3 <i>Ubicación Geográfica</i>	13
1.3.4 <i>La Organización</i>	13
1.3.5 <i>Número de empleados</i>	15
1.3.6 <i>Producción</i>	15
1.3.7 <i>Mercado</i>	15
1.3.8 <i>Proceso productivo</i>	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN	17
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	18
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	18
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL TRABAJO	18
II. TEORÍA Y DISEÑO DEL DOSIFICADOR DE CONCRETO	19
2.1 INTRODUCCIÓN.....	20
2.2 DISEÑO MECANICO.....	20
2.2.1 <i>Funciones y especificaciones en el diseño</i>	21
2.2.2 <i>Criterios para evaluar decisiones en el diseño de maquinas</i>	21
2.3 DEFINICIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN DOSIFICADOR DE CONCRETO U HORMIGÓN.....	23
2.3.1 <i>Hormigón u Concreto</i>	23
2.3.2 <i>Aplicaciones del hormigón en la construcción</i>	24
2.3.3 <i>Cemento Pórtland</i>	25
2.3.4 <i>Grava</i>	25
2.3.5 <i>Arena</i>	25
2.3.6 <i>Aire: El hormigón con aire ocluido</i>	26
2.3.7 <i>Los aditivos agregados al hormigón</i>	26
2.4 FABRICACIÓN DEL CONCRETO (AMASADO DEL CONCRETO)	26
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CONCRETO	28
2.5.1 <i>Recepción de la materia prima</i>	28
2.5.2 <i>Bandas transportadoras</i>	28
2.5.3 <i>Silos</i>	28
2.5.4 <i>Dosificadores de agua</i>	29
2.5.5 <i>Trompos mezcladores</i>	29
2.5.6 <i>Controles realizados al hormigón como producto terminado</i>	29
III. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	30

3.1 METODOLOGÍA	31
3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	32
3.2.1 <i>Introducción</i>	32
3.2.1.1 Diseño de Dosificador de Concreto.....	32
3.2.1.2 Tanque del Sistema de pesaje del Cemento.....	33
3.2.1.3 Silo de Cemento.....	34
3.2.2 <i>Cálculo de las distintas partes Mecánicas que conforman el Dosificador:</i>	37
3.2.2.1 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Tolva de Agregados	37
3.2.2.2 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Tanque de Agua	42
3.2.2.3 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Silo de Cemento.....	44
3.2.2.4 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Tanque de Cemento	49
IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
4.1 RESULTADOS OBTENIDOS	56
4.2 ANALISIS DE RESULTADOS	65
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1 CONCLUSIONES.....	70
5.2 RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	72

Índice de figuras

Figura 1: Organización del Grupo ICE.....	11
Figura 2: Organigrama de MET (Máquinas, Talleres y Equipos).....	14
Figura 3: Diagrama de Bloques de la Elaboración de Hormigón de Concreto en un <i>Dosificador</i>.....	27
Figura 4: Prototipo de Dosificador de Concreto.....	36
Figura 5: Dimensiones de la Tolva de Agregados.....	37
Figura 6: Tanque de agua.....	42
Figura 7: Silo de Cemento.....	44
Figura 8: Tanque de pesaje del Cemento.....	49
Figura 9: Estructura de Tolva de Agregados	56
Figura 10: Estructura de Tanque de Agua	56
Figura 11: Estructura de Silo de Cemento	57
Figura 12: Base del Silo de Cemento	57
Figura 13: Estructura de Tanque de Agua	58
Figura 14: Circuito neumático.....	59
Figura 15: Pistón utilizado en la descarga de agregados.....	60
Figura 16: tablero de control.....	61
Figura 17: Conjunto mecánico final.....	64
Figura 18: Vista del Diseño del Dosificador de concreto.....	74

Índice de tablas

Tabla 1: Datos de Constantes para el diseño de Tolva de Agregados.....	37
Tabla 2: Cuadro de Variables	37
Tabla 3: Datos de Constantes para el diseño Tanque de Agua.....	42
Tabla 4: Datos de Constantes para el diseño de Silo de Cemento.....	44
Tabla 5: Datos de Constantes para el diseño de Tolva de Agregados.....	49

I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 RESUMEN

En siguiente proyecto está caracterizado por el diseño y fabricación de un Dosificador de concreto, el cual es utilizado para realizar la preparación de concreto con un premezclado controlado por medio del pesaje respectivo de sus componentes (agregados, agua, aditivo y cemento), el que brindará servicios de fabricación de concreto al Proyecto Geotérmico Miravalles, para la construcción de obras civiles tales como pedestales, postes de alumbrado público y concreto para obras grises.

Para el diseño de este tipo de máquina es necesario conocer la composición que se rige el concreto antes de realizarlo, por lo que hay que tener claro los materiales a dosificar en el proceso de premezclado, para así realizar un diseño de la máquina que cumpla con esta necesidad. Tal es el caso de la tolva de agregados, la que se diseña con las dimensiones que se requieren para medir una cantidad de agregados (arena y piedra), contando con la confiabilidad que no faltará capacidad de espacio y pesaje.

El dosificador de concreto tendrá como objetivo principal pesar cantidades previamente determinadas de arena, cemento, agua, piedra y aditivos, posteriormente estos son adicionados a un camión mezclador que llevará el concreto hasta el lugar en donde se esté requiriendo.

Las partes que integran el dosificador se construirán en el taller de estructuras metalmecánica del Proyecto Geotérmico Miravalles, debido a que se cuenta con los diseños predeterminados y el equipo necesario para su realización.

Se pondrá a funcionar el equipo realizándole los cambios necesarios para un determinado dosificado de materiales y seguidamente se comenzará a fabricar concreto.

1.2 Introducción

1.2.1. Identificación de la empresa

El Instituto Costarricense de Electricidad, Sector Energía (ICELEC); es una institución que pertenece al Estado y que tiene como fin el desarrollo racional de las fuentes productoras de energía en Costa Rica, especialmente los recursos hidrológicos y estimular el uso de la electricidad para el desarrollo industrial y mejora de la calidad de vida de sus habitantes. Algunas de las funciones del ICE son la construcción y administración de proyectos de generación de energía, operación y mantenimiento de los mismos.

Una de las unidades con que cuenta dicha institución es el departamento llamado Maquinas, Talleres y Equipos, denominado MET, el cual se dedica a brindar servicios de apoyo en la parte de mantenimiento y diseño mecánico de equipos, en los diferentes proyectos operados por el ICE correspondientes al Sector Electricidad.

1.2.1.1 Misión del Grupo ICE

"Mejorar la calidad de vida y el desarrollo económico y social, a través de un servicio de electricidad que supera las expectativas de bienestar, comodidad y progreso de todos los costarricenses."

1.2.1.2 Visión del Grupo ICE

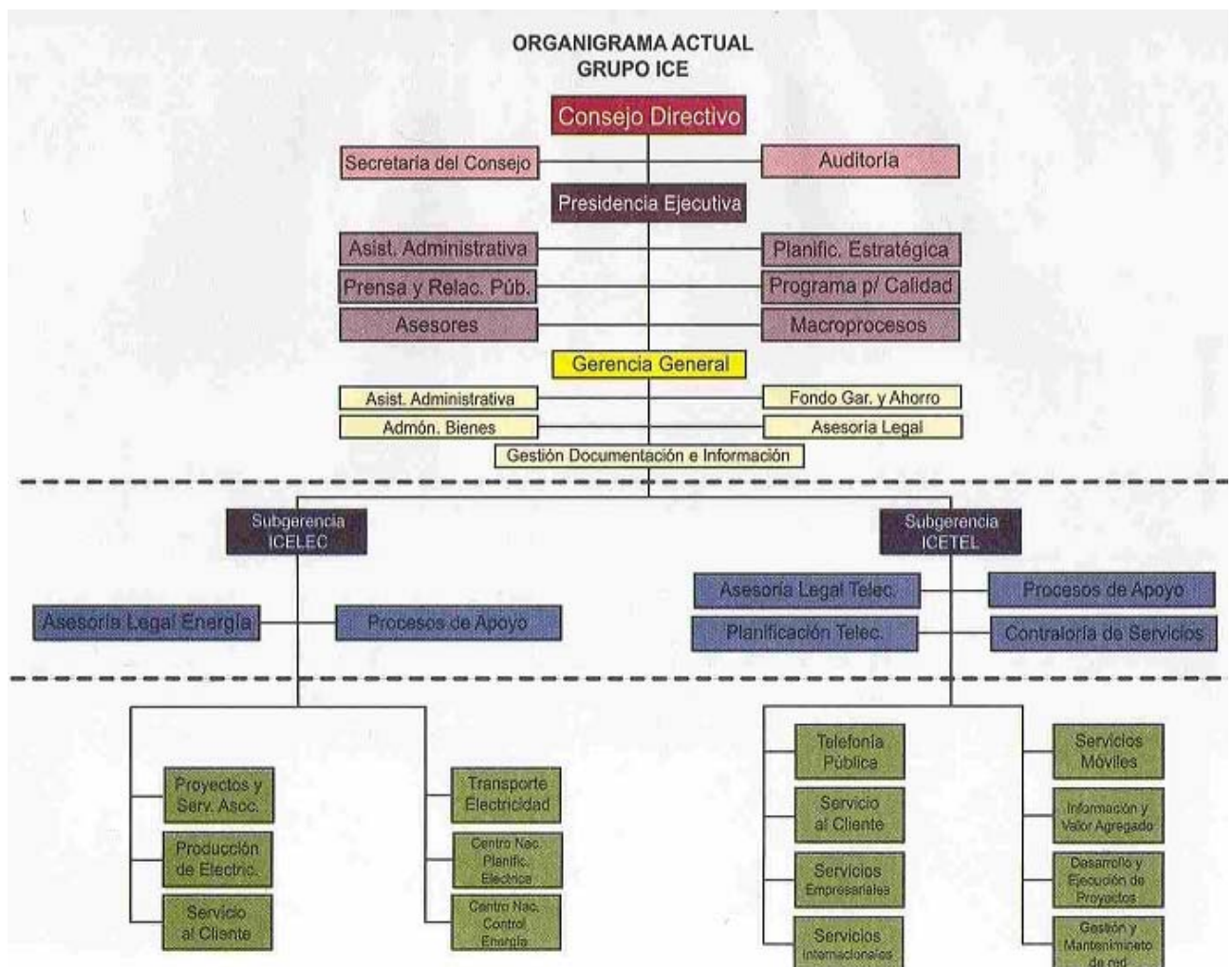
Constituirse en la mejor empresa eléctrica de América con respecto a la calidad, continuidad, solidaridad, universalidad y precio competitivo del servicio, a la satisfacción de los clientes, al desarrollo sostenible de los recursos energéticos renovables y al manejo del medio ambiente; y ser reconocida como un factor fundamental para el desarrollo económico y social del país, como un símbolo de la capacidad y la

democracia costarricense y como un líder de la integración eléctrica de América Central.

1.2.1.3 La Organización

La organización del Instituto Costarricense de Electricidad se visualiza en la figura 1 que se muestra seguidamente.

Figura 1: Organización del Grupo ICE



1.3 Unidad Estratégica Negocios de Proyectos y Servicios Asociados (UEN PYSA)

1.3.1 .Misión de UEN PYSA

Desarrollar y comercializar proyectos y servicios asociados a la industria eléctrica que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes.

1.3.2 Visión de UEN PYSA

La UEN Proyectos y Servicios Asociados continuará siendo un área estratégica del ICE, demostrando su capacidad técnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura, tanto en el ámbito nacional como internacional, con un enfoque integral de costos, calidad, medio ambiente y en las condiciones óptimas de trabajo.

Estrategias:

- Promover y participar activamente en la gestión de nuevos Proyectos de desarrollo eléctrico nacional y regional
- Mantener y fortalecer la capacidad y la calidad de realización de estudios de inversión, diseño y construcción de proyectos eléctricos
- Lograr la excelencia en la gestión interna, para obtener estándares competitivos y eficientes a nivel nacional e internacional
- Posicionar los productos y servicios de la UEN Proyectos y Servicios Asociados y del ICE-Electricidad en los mercados externos
- Promover una gestión ambiental ágil y comprometida con el medio y con el entorno social e institucional que permita un crecimiento sostenido con el país.

- Promover y consolidar la actividad de investigación aplicada al desarrollo de proyectos en sistemas eléctricos y al mejoramiento continuo de los productos y servicios de la UEN.
- Alcanzar un alto nivel de seguridad y salud de los trabajadores en el desempeño de sus actividades, congruente con otras políticas de recursos humanos que aseguran su compromiso y bienestar.
- Promover el establecimiento de alianzas con Proveedores, clientes y competidores que le permita a la UEN de Proyectos y Servicios Asociados cumplir con su Misión.

1.3.3 Antecedentes históricos

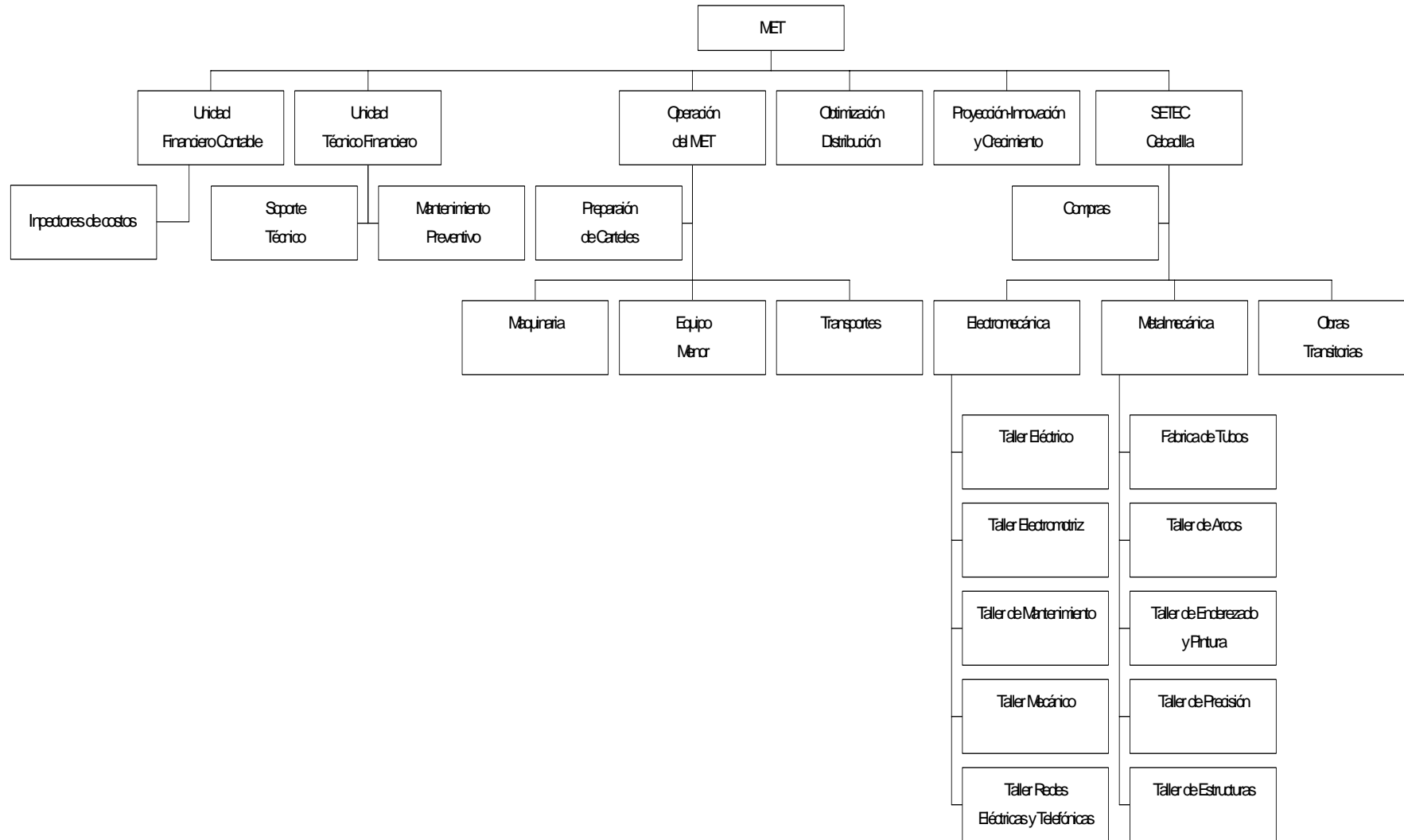
1.3.3 Ubicación Geográfica

El MET como unidad perteneciente a la UEN PYSA, partió de la idea de pequeños talleres realizados en la ubicación de cada proyecto en construcción, llamados SETEC (Servicios Técnicos). El objetivo del MET es realizar una centralización de los antiguos SETEC en un punto geográfico fijo, en este caso se realizó en Turrucare de Alajuela, continuo a la Planta Hidroeléctrica Garita, pero todavía se cuenta con pequeños SETEC, en condiciones muy reducidas a las originales, con las que se trabajó durante muchos años, puesto que el MET lleva aproximadamente dos años de haberse fundado, y todavía se encuentra en desarrollo. Por tanto los SETEC existentes pertenecen al MET.

1.3.4 La Organización

La organización del departamento del MET Miravalles, se visualiza en la figura 2 que se muestra seguidamente.

Figura 2: Organigrama de MET (Máquinas, Talleres y Equipos).



1.3.5 Número de empleados

El número de empleados perteneciente al I MET es muy relativo e indiferente puesto que como su principio general es abastecer la demanda de los proyectos en vigencia, hay etapas en la que se cuenta con cientos de empleados y cuando los proyectos están en su finalización el número puede bajar a niveles muy pequeños, por tal razón, es muy difícil tener un número preciso de la cantidad de empleados existentes.

1.3.6 Producción

La función principal del MET es darle un soporte de producción y mantenimiento a los proyectos realizados y los que están en proceso.

En el caso de este departamento se realiza proyectos de desarrollo de equipos los que tendrán como fin satisfacer un objetivo en específico, tal es el caso de una planta de concreto que se utilizara en algún proyecto en desarrollo, otro ejemplo específico es la fabricación de una dobladora de lámina, utilizada para realizar tubería de proyectos hidroeléctricos de alta y baja presión

Por lo general la producción realizada en este departamento es muy variada, por tanto se dan proyectos pilotos de desarrollo ya sean mecánico, eléctrico, etc.

1.3.7 Mercado

El mercado de este departamento es totalmente interno de la empresa, dado que solamente se enfoca en la producción, investigación y mantenimiento a proyectos pertenecientes al Instituto Costarricense de Electricidad, esto debido a la política de la Institución.

1.3.8 Proceso productivo.

En general el departamento del MET, cuenta con una variedad de talleres, que lo conforman, producción metalmecánica (fabricación de estructuras, fabricación de tubería, y trabajos varios), reparaciones mecánicas (todo lo que son maquinaria pesado como cargadores, niveladoras, retroexcavadoras, etc), fabricación de partes especiales (taller de precisión), reparaciones eléctricas (motores, máquinas de soldadura entre otros).

1.4. Justificación del Proyecto de Graduación

La planta geotérmica Miravalles siempre se mantiene en una constante reestructuración en la parte de construcciones de concreto, ya sea, que se necesiten más y mayores espacios físicos para almacenar equipo, o como medio alternativo de operación mientras otros sectores de la planta se mantienen detenidos por reparaciones. Por esto se vuelve necesario contar con un equipo que sea capaz de producir concreto de una manera fácil, rápida y automatizada para que la duración de las obras civiles tengan un periodo menor de construcción y por ende una mejora significativa en las ganancias finales de un proyecto. El dosificador nace con la intención de aumentar la productividad y velocidad con que son construidas las obras civiles, puesto que una obra gris es desarrollada con el concreto que preparará esta máquina.

Además se debe tomar en cuenta que muchos operarios trabajaban por el método tradicional de preparar concreto a través de la técnica de cubicación de sus componentes en forma manual, en tanto que ahora pueden ser delegados a realizar otro tipo de funciones dentro de la institución.

Por las razones antes mencionadas, se ha llegado a la conclusión de que es necesaria la fabricación de un diseño preliminar de un dosificador de concreto, para así satisfacer las necesidades de producción, y contar con la capacidad de suplir la demanda que solicitan los diferentes proyectos de generación de energía, en marcha y las necesidades de los ya finalizados como es el caso de Miravalles, que cuenta con la utilidad de una máquina de este tipo para su mantenimiento de campo.

1.5 Objetivos del Proyecto

1.5.1 Objetivo General

Diseñar y fabricar un dosificador de concreto para el Proyecto Geotérmico Miravalles.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Reconocer los principios de funcionamiento de un dosificador de concreto.
- Diseñar cada una de las piezas involucradas en el sistema mecánico.
- Construir el Dosificador de Concreto.
- Realizar la calibración adecuada de los equipos de pesaje y puesta en marcha.

1.6 Alcances y Limitaciones del Trabajo

- El empleo que se le dará al dosificador va orientado únicamente a la obtención de concreto premezclado.
- Para la construcción del dosificador, únicamente se emplearán los materiales existentes en bodega, en el proyecto Geotérmico Miravalles.
- Se tendrá un manejo de peso establecido en un tablero de control para manipular el funcionamiento de la máquina.
- Se pueden presentar fallas en los equipos electrónicos tales como celdas de carga, indicadores de peso y botonera de control de llenado y descarga de materiales.

II. TEORÍA Y DISEÑO DEL DOSIFICADOR DE CONCRETO

2.1 Introducción

A continuación se expondrán los dos temas fundamentales para el desarrollo del presente proyecto. Este trabajo se divide en dos áreas principales que son la de diseño mecánico y la de fabricación del concreto u hormigón. En el primer apartado que se retomará, se debe a que se requiere construir una máquina que cumpla con la fabricación de concreto, lo que identifica parámetros de construcción y de diseño con los que se orienta el desarrollo mecánico de un conjunto para un fin en común, que es dosificar. Por lo mencionado anteriormente el segundo tema retomado es de vital importancia, puesto que indica el procedimiento para fabricar concreto y las necesidades que va a requerir el equipo que se construya, tal es el caso del pesaje de los componentes utilizados para crear concreto, como son: agua, cemento, aditivo, piedra y arena, a los que se les debe construir un equipo mecánico que los dosifique antes de premezclar.

Por lo que hay que tener presente cual va ser el objetivo específico de funcionamiento a la hora de crear una máquina, para el siguiente caso es dosificar distintos componentes en un aparato identificado como dosificador de concreto antes de proceder a premezclar y obtener el concreto como materia prima a ser utilizada en construcciones de obras civiles.

2.2 Diseño Mecánico

El diseño mecánico es el proceso de diseñar, elegir o ambos, componentes mecánicos y armarlos para que cumplan con la función que se pretende. Desde luego, los elementos de maquinarias deben de ser compatibles, tienen que ajustarse entre si de forma adecuada y funcionar con seguridad y eficiencia. El diseñador ha de considerar no sólo el rendimiento del componente que este diseñando sino, a su vez, los elementos con los que debe de interactuar.

2.2.1 Funciones y especificaciones en el diseño

El objetivo final del diseño mecánico es, desde luego, producir un dispositivo de utilidad que sea seguro, eficiente y práctico. Cuando se inicia el diseño de una máquina, o de un elemento mecánico independiente, es importante definir las funciones y las especificaciones de diseño para el dispositivo completo y en forma clara.

Los enunciados que hacen mención a las funciones indican lo que se supone debe de hacer el dispositivo. A menudo son generales, sin embargo, en ellos, se deben emplear frases en voz activa por ejemplo, para transmitir, para sostener o dar soporte, o bien para levantar.

Después que se determinan las funciones, se elabora un conjunto de especificaciones de diseño. Las especificaciones de diseño deben de detallarse en forma minuciosa y específica, deben de proporcionar información cuantitativa siempre que sea posible.

2.2.2 Criterios para evaluar decisiones en el diseño de máquinas.

Es probable que los enfoques en cuanto a diseño tengan que adaptarse para hacerlos compatibles con ciertas industrias y mercados. Por ejemplo, los dispositivos que se incorporan a aeronaves deben ser ligeros, mientras que una pieza de una máquina en una planta de fabricación por lo general no está sujeta a restricciones en cuanto a peso. Las restricciones de este tipo pueden tener consecuencias asombrosas en el proceso de diseño.

Al enfocarse en diseño, el responsable debe establecer criterios que servirán de guía en los procesos de toma de decisiones inherentes a cualquier proyecto. Como

para cada problema de diseño existen distintas alternativas en relación a la solución, cada uno debe evaluarse en función de los criterios que integran la lista. Quizá no exista un mejor diseño pero los diseñadores deben trabajar para obtener el que resulte ser óptimo. Esto es, el responsable del diseño debe maximizar los beneficios y reducir al mínimo las desventajas.

A continuación se mencionan los criterios generales en el diseño mecánico o de maquinaria.

- ✓ Seguridad.
- ✓ Rendimiento (el grado en el que diseño satisface o excede los objetivos del diseño).
- ✓ Confiabilidad (una alta probabilidad de que el diseño cumplirá con la vida útil o la excederá).
- ✓ Facilidad para fabricar.
- ✓ Disponibilidad de servicio o reemplazo de componentes.
- ✓ Facilidad en cuanto a operación.
- ✓ Costo inicial bajo.
- ✓ Costo de operación y mantenimiento bajos.
- ✓ Tamaño reducido y de poco peso.
- ✓ Poco ruido y escasa vibración; que opere con suavidad.
- ✓ Uso de materiales accesibles y facilitar la compra de componentes.
- ✓ Uso prudente de partes cuyo diseño es único junto con componentes en el mercado.
- ✓ Que su aspecto resulte atractivo y adecuado para su aplicación.

Podrán surgir criterios adicionales y determinar la importancia relativa del criterio que se aplica a cada diseño. Es cierto que la seguridad es de primordial importancia y el diseñador es responsable legalmente si alguien resultase lesionado debido a errores en el diseño. Se debe considerar el uso razonablemente viable del

dispositivo y asegurar la protección de los operadores y aquellas personas que se encuentren cerca. La importancia de los demás criterios varía en función del diseño.

Es importante conocer el funcionamiento de un Dosificador de concreto y los materiales que van a ser dosificados en el la maquina diseñada y fabricada que se hará énfasis en este documento.

2.3 Definición del Funcionamiento de un dosificador de Concreto o Hormigón

Generalmente un Dosificador de concreto es utilizado para la producción en determinadas escalas del mismo, en obras civiles de ingeniería. En los Proyectos de Generación de Energía, estos tienen un alto funcionamiento, debido a la producción en grandes cantidades de concreto, para satisfacer las necesidades de las obras civiles y estructurales. Es conveniente tener una debida diferenciación entre un Dosificador y una Planta de Concreto.

Un dosificador es un regulador de materiales, donde se controla la cantidad de agregados y cemento que van directo al camión mezclador, mientras que una planta de concreto, presenta el mismo sistema de dosificación, con la diferencia que estos materiales pasan antes a un mezclador de eje vertical o horizontal, el cual le da una mezcla homogénea a estos, antes de pasarlos al camión mezclador.

2.3.1 Hormigón o Concreto

El hormigón o concreto, es un material compuesto el cual se logra combinando cemento Pórtland, agua, algunos materiales bastos como la grava y otros refinados.

El hormigón es casi el único material de construcción que llega en bruto a la obra. Esta característica hace que sea muy útil en construcción, ya que puede

moldearse de muchas formas. Presenta una amplia variedad de texturas y colores y se utiliza para construir muchos tipos de estructuras.

Los componentes principales del hormigón son pasta de cemento Portland, agua y aire, que puede entrar de forma natural y dejar unas pequeñas cavidades o se puede introducir artificialmente en forma de burbujas. Los materiales inertes pueden dividirse en dos grupos: materiales finos, como puede ser la arena, y materiales bastos, como grava, piedras o escoria. En general, se llaman materiales finos si sus partículas son menores a 6,4 mm y bastos si presentan mayores dimensiones, pero según el grosor de la estructura que se va a construir, el tamaño de los materiales bastos varía mucho.

2.3.2 Aplicaciones del hormigón en la construcción

Los hormigones se aplican en las siguientes construcciones:

- ✓ *Grandes edificios*
- ✓ *Pistas de aterrizaje*
- ✓ *Sistemas de riego y canalización*
- ✓ *Rompeolas*
- ✓ *Embarcaderos y muelles*
- ✓ *Aceras*
- ✓ *Silos o bodegas*
- ✓ *Factorías*
- ✓ *Casas e incluso barcos.*
- ✓ *Represas Hidroeléctricas*

A continuación se hará referencia a los materiales utilizados en la elaboración del hormigón o concreto y se mencionaran otras aplicaciones posibles.

2.3.3 Cemento Pórtland

Los cementos Portland típicos consisten en mezclas de silicato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), aluminato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) y silicato dicálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) en diversas proporciones, junto con pequeñas cantidades de compuestos de hierro y magnesio. Para retardar el proceso de endurecimiento se suele añadir yeso. Los compuestos activos del cemento son inestables, y en presencia de agua reorganizan su estructura.

El cemento Portland se fabrica a partir de materiales calizos, por lo general piedra caliza, junto con arcillas, pizarras o escorias de altos hornos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio, en proporciones aproximadas de un 60% de cal, 19% de óxido de silicio, 8% de óxido de aluminio, 5% de hierro, 5% de óxido de magnesio y 3% de trióxido de azufre.

2.3.4 Grava

Mezcla de piedras, arena y a veces arcilla que se encuentra en yacimientos, son materiales extraídos de los ríos en grandes cantidades y que tienen sus mayores aplicaciones en la construcción, por ejemplo un uso muy común es como piedra machacada con la que se rellena y allana el piso de los caminos.

2.3.5 Arena

La arena, es una masa desagregada e incoherente de materias minerales en estado granular fino, que consta normalmente de cuarzo (sílice) con una pequeña proporción de mica, feldespato, magnetita y otros minerales resistentes. Es el producto de la desintegración química y mecánica de la rocas bajo meteorización y abrasión (véase como erosión). Cuando las partículas acaban de formarse suelen ser angulosas

y puntiagudas, haciéndose más pequeñas y redondeadas por la fricción provocada por el viento y el agua. Algunas clases de arenas se utilizan en fundición para hacer moldes o para fabricar cerámicas, yesos y cementos.

2.3.6 Aire: El hormigón con aire ocluido:

El hormigón con aire ocluido es hormigón en el que se introducen pequeñas burbujas de aire en la mezcla con el cemento, durante su fabricación, preparación o en la fase de mezclado con la arena y los agregados. La presencia de estas burbujas aporta propiedades favorables al hormigón, tanto cuando está fresco como cuando se ha endurecido. Cuando está fresco y recién mezclado las burbujas de aire actúan como lubricante; hacen la mezcla más manejable por lo que reducen la cantidad de agua necesaria para hacerla. Este sistema de aire también reduce la cantidad de arena necesaria.

2.3.7 Los aditivos agregados al hormigón

Los aditivos agregados al hormigón le son aplicados a este con la finalidad de lograr influir de forma efectiva sobre algunas propiedades requeridas en el hormigón como son: el tiempo de fraguado, la permeabilidad, la resistencia, la durabilidad, etc.

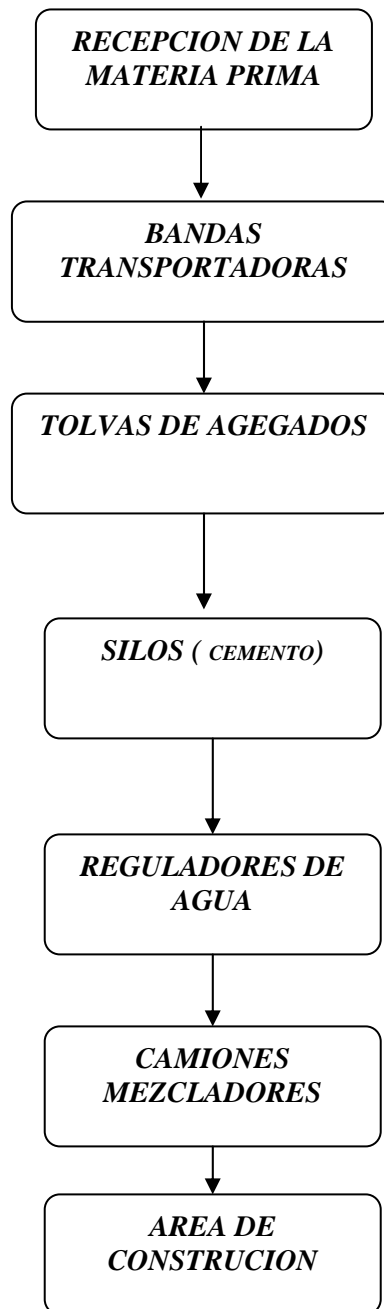
Algunos de los aditivos usados son: los polímeros, también son aplicados los minerales de sílice, y las cenizas generadas en las industrias de dispositivos de computadoras.

2.4 Fabricación del Concreto (Amasado del Concreto)

Para el amasado del hormigón se debe utilizar mezcladoras de eje vertical, debido a la mejor eficiencia del amasado de la pasta, sin embargo no es aconsejable utilizar mezcladoras basculantes por que los esfuerzos sobre el eje son muy grandes.

El tiempo de amasado, del hormigón pesado es generalmente similar al tiempo de amasado de los hormigones tradicionales se debe descargar cuidadosamente la mezcla de la mezcladora para evitar la segregación.

Figura 3: Diagrama de Bloques de la Elaboración de Hormigón de Concreto en un *Dosificador*.



2.5 Descripción del proceso de elaboración del Concreto

2.5.1 Recepción de la materia prima:

En esta área se encuentran almacenados parte de los materiales utilizados como son la grava y la arena (que puede ser de distinta calidad) y aquí se le practican pruebas a las materias primas para obtener una mejor calidad del producto; estas pruebas consisten en granulometría (grava), humedad (arena) y pruebas de impureza a ambos materiales.

2.5.2 Bandas transportadoras

En estas bandas transportadoras son llevadas las materia primas, utilizando palas mecánicas para estos fines, el objetivo de estas bandas transportadoras es llevar el material hasta las tolvas de agregados. Desde aquí son agregados los materiales previamente pesados; al inicio del proceso son añadidos el 50% de los materiales y el 50% restante al ir agregando 100% del cemento.

(Nota: Es importante aclarar que los materiales son agregados posterior al agregado inicial del 80% del agua total utilizada en el proceso)

2.5.3 Silos

Estos son los contenedores donde se almacena el cemento y de donde este es agregado a los camiones mezcladores o si es el caso de una planta de concreto al mezclador. Estos agregan el 100% del cemento utilizado en el proceso el cual ha sido previamente pesado.

2.5.4 Dosificadores de agua

Estos equipos se encargan de dosificar y agregar el agua que se va a utilizar en el proceso de elaboración del hormigón.

2.5.5 Trompos mezcladores

Estos son aparatos que están ubicados en la parte trasera de los camiones mezcladores, estos aparatos se encargan de mezclar los materiales utilizados en la elaboración del hormigón y es donde se le agregan los aditivos al hormigón, el tiempo de mezcla es de unos 7 minutos aproximadamente. Una vez listo el hormigón estos camiones se encargan de transportarlos al área de construcción.

2.5.6 Controles realizados al hormigón como producto terminado

- ✓ Trabajabilidad
- ✓ Fluidez
- ✓ Compresión
- ✓ Tracción
- ✓ Permeabilidad

III. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Metodología

Este diseño del Dosificador de concreto, se realizará basado en normas ASTM para acero estructural A36, ACI (American Concrete Institute, usadas como guía para el procedimiento de dosificar), estudios de investigación realizados a otras plantas y dosificadores y a criterios de diseño y selección de materiales aprendidos durante mi formación profesional.

Posteriormente se concreta un diseño preliminar final al cual se le realizan los cálculos de esfuerzos para encontrar los puntos críticos de resistencia, a los que va estar expuestos la máquina y así prever la capacidad de esta.

Es importante después de tener con certeza los cálculos de esfuerzos, realizar la escogencia de los materiales que van a ser utilizados para la fabricación de la estructura metálica, luego se diseña el sistema eléctrico en el que se incluye el tipo de funcionamiento del equipo, para este caso se usa un sistema automatizado desde un tablero de control, teniendo la facilidad de controlar pesos de materiales y la descarga de los mismos al camión mezclador.

También se realizan pruebas a los sistemas de aire (sistema neumático) tales como transporte del cemento al silo receptor, pistones de carga y descarga y vibradores para cerciorarse del funcionamiento. También se debe tener en cuenta los indicadores de peso (celdas de carga), en las que se indicará el peso de los agregados (arena y piedra), agua, cemento y aditivos, hay que tener presente que el peso de estos materiales varía dependiendo del tipo de concreto que se desee realizar.

3.2 Desarrollo del Proyecto

3.2.1 Introducción

3.2.1.1 Diseño de Dosificador de Concreto.

Para la fabricación del Dosificador de concreto se realizó una recopilación de información adecuada basada principalmente en el funcionamiento de un conjunto utilizado para dosificar compuestos, cuyo objetivo final es el de producir concreto. Por otro lado se tomó en cuenta el diseño mecánico que se debe de desarrollar para cumplir con la fabricación de esta máquina.

Es importante tener en cuenta que el primer punto que hay que tener claro es diseñar un diseño preliminar óptimo que cumpla con los requerimientos de un Dosificador el cual se puede observar en la figura 4.

Para la fabricación de esta máquina hay que realizar un análisis de todas las partes que la conforman (tolva de agregados, tanque de agua, silo de cemento y tanque de cemento) y a vez realizar una selección de los materiales que se utilizaran para la debida construcción, tomando en cuenta lo que se disponga en la bodega de materiales como es el caso de láminas, vigas, barras, soldadura, entre otros y cumpla con la necesidad de diseño y fabricación.

Por otra parte para el proceso de armado se seleccionó el proceso de soldadura SMAW, ya que a través de este se pueden obtener cordones de soldadura con una alta calidad metalúrgica, además de que las piezas que conforman la estructura del dosificador deben ser soldadas en campo por lo que este proceso facilita la construcción de la obra. Con respecto al electrodo se eligió un E7018 por la razón de que el acero usado es un A36 y por ende la soldadura debía presentar un valor igual o superior a la resistencia del material base y el 7018 soporta 70 000 libras por pulgada

cuadrada, lo que le brindara rigidez y soporte a la estructura. En este mismo respecto, el bisel que se utilizo fue un bisel en V con un talón de 3mm lo que le brindara una mayor sujeción a las placas, brindando también mayor área de contacto entre las caras y a toda la estructura.

Toda esta rigidez era necesaria no solo para brindar refuerzo al sistema, sino también para prevenir que las celdas de carga sufrieran algún daño debido a su alto costo e importancia en el dosificador, pues son ellas las encargadas de balancear la estequiometría de la mezcla de concreto.

Para brindar toda esta rigidez al sistema, se prefirió el uso de una viga con perfil tipo H, esto por el hecho de que es una viga que se puede encontrar fácilmente en el mercado pero principalmente por la razón de que su geometría permite que la distribución de los esfuerzos se distribuyan adecuadamente a lo largo del alma de la viga sin que en ningún momento se perjudique o se ponga en riesgo todo el conjunto mecánico, además de que se le brindo un factor de seguridad de 1.5, justificando ese valor debido a que las magnitudes y los lugares donde serian aplicadas las cargas eran bien conocidos y no se tendrían sorpresas en el dosificador y en la carga que se espera soportar.

3.2.1.2 Tanque del Sistema de pesaje del Cemento.

Se diseño un tanque, que será utilizado para medir el peso respectivo del cemento antes de que este sea trasladado a un tanque receptor y seguidamente al camión mezclador con los agregados y así tener un balance óptimo entre la cantidad de cemento y el resto de materiales que serán mezclados, dependiendo de la mezcla de concreto que se desee realizar.

Este tanque es de vital importancia para el funcionamiento del dosificador, pues ella será la encargada de velar por que los pesos de todos los ingredientes del concreto sean los adecuados por lo que se debe calibrar muy precisamente. Este proceso de calibración consiste básicamente en una serie de pesas que individualmente poseen un valor de 25 Kg, y una a una se van agregando al tanque hasta obtener el valor que se espera llegar en caso de que se estuviera fabricando concreto. Hecho esto se puede brindar un criterio de la exactitud de la romana y de la capacidad del tanque para soportar la carga para la que fue diseñado. Estas romanas fueron construidas especialmente para este propósito y se construyeron en ese peso, para poder evaluar la calidad del pesaje en valores numéricos pequeños.

Se fabricó el tanque en dos secciones, tanque principal y acople a la válvula mariposa, este último por su geometría (Ver apéndices, planos de construcción), se debió de realizar por medio de un desarrollo para obtener la superficie cónica, con tal que tuviera un ángulo adecuado para disminuir la fuerza de fricción que se presenta entre la lámina y el cemento, para que este no tienda a pegarse en las paredes del recipiente.

De debe tomar en cuenta que se aplicó el mismo caso en la construcción de la tolva de agregados a la hora de fabricar, por el proceso soldadura SMAW, y con electrodos E7018.

3.2.1.3 Silo de Cemento.

El silo de cemento se diseñó de acuerdo a la norma AWWA, y en esta norma se hace referencia importante al factor viento como un elemento a considerar por la fuerza que puede ejercer sobre toda la estructura, además de elementos adicionales como terremotos que en una eventual situación pueden causar serias fracturas a los elementos de soporte provocando la caída de todo el sistema. Estas básicamente son consideraciones de seguridad que se debieron tomar en cuenta y que forman parte

importante del diseño y construcción de estructuras de almacenamiento como es el caso de este dosificador. Ellas se reflejan en un aumento del factor de seguridad usado en el dimensionamiento de las piezas, pero también puede ser calculado por la teoría de fatiga y no se realizó en este proyecto pues la norma recomienda dichos factores según sea la aplicación en la que se vaya a desempeñar el tanque, por lo que su extracción teórica no era necesaria.

Es importante tener presente que para el caso del tanque de agua y cemento, los esfuerzos a los que estarán expuestos por factores como el viento, serán mínimos por lo que no se consideran en los cálculos debido a que estos recipientes estarán sostenidos en los extremos por fajas de hule para brindar estabilidad ya que la toma de medidas debe ser precisa, por lo que no se considera con la norma AWWA.

Para realizar la fabricación del dosificador de concreto se siguieron los pasos del marco metodológico comenzado en la parte de diseño mecánico, en conjunto con el funcionamiento de un dosificador y así concluir con el prototipo de la máquina que se desea conformar, la cual la podemos observar en la figura 4.

Seguidamente se realizarán los cálculos de resistencia de materiales, para comprobar si la estructura soportara los esfuerzos a los que estará expuesta en su debido funcionamiento, con las dimensiones recomendadas.

Hay que tener presente que el 90% de la máquina se realizará con estructura metálica (acero A36) tomando en cuenta tubos, tanques (de aire, cemento y aditivos), vigas, barras y andamios.

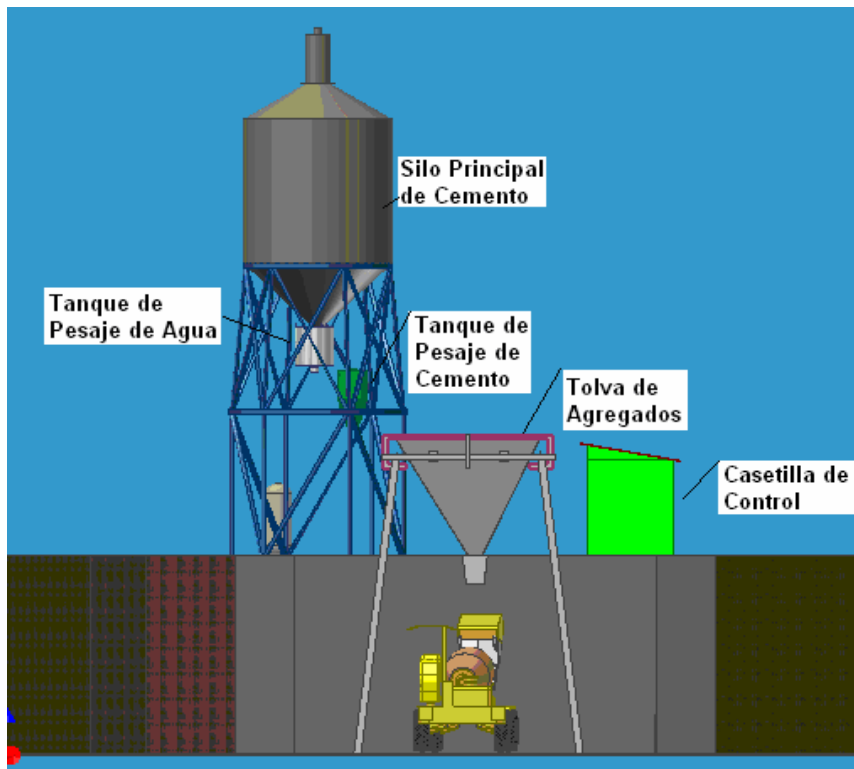


Figura 4: Prototipo de Dosificador de Concreto.

3.2.2 Cálculo de las distintas partes Mecánicas que conforman el Dosificador:

3.2.2.1 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Tolva de Agregados

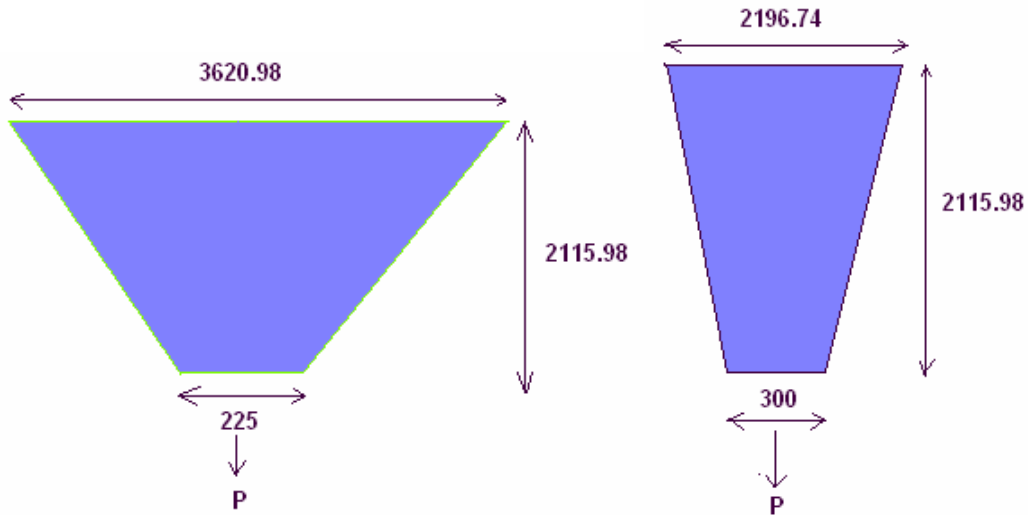


Figura 5: Dimensiones de la Tolva de Agregados.

Tabla 1: Datos de Constantes para el diseño de Tolva de Agregados

Datos de Constantes		
Densidad Acero	7700	kg/m ³
Densidad Piedra	2.4	kg/m ³
Densidad Arena	2.5	kg/m ³
Espesor de lámina de Acero 1020	9	mm
Modulo de Elasticidad del Acero	200x10 ⁹	Pa

Cálculo de estructura de tolva

Tabla 2: Cuadro de Variables

Variable	Significado
T	Base mayor de la cara de la tolva
A	Área Total
H	Altura
Volumen 1	Volumen de una sección de la tolva
Volumen 2	Volumen de una sección de la tolva
Peso Total	Volumen de la tolva multiplicada por la densidad del acero.
P	Fuerza

$$\begin{aligned} \text{Volumen1} &= (T + A)h = (3620,98 + 225)2437,3 \\ \text{Volumen1} &= 0,084m^3 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen2} &= (2196,74 + 300)2115,98 \\ \text{Volumen2} &= 0,0475m^3 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{VolumenTotal} &= \text{Volumen1} + \text{Volumen2} \\ \text{VolumenTotal} &= (0,084 + 0,475)m^3 \\ \text{VolumenTotal} &= 0,1318m^3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{PesoTotal} &= \text{VolumenTotal} * \rho_{\text{acero}} \\ \text{PesoTotal} &= 0,1318m^3 * 7,700kg / m^3 \\ \text{PesoTotal} &= 1015,35kg \end{aligned} \quad (4)$$

Fuerza que Soporta la Tolva de Acero

$$\begin{aligned} P &= \text{PesoTotal} * 9,81 \\ P &= 1015,35 * 9,81 \\ P &= 9950,47N \end{aligned} \quad (5)$$

Volumen de la Tolva con Agregados

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= 0,166h((2A + a)B + (2a + A)b) \\ \text{Volumen} &= 0,166(2,12)[(2 * 3,3 + 0,3)2 + (2 * 0,3 + 3,3)0,226] \\ \text{Volumen} &= 5,188m^3 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned}
 \text{PesodeAgregados} &= \text{Volumen} * \rho(\text{PiedrayArena}) \\
 \text{PesodeAgregados} &= 5,188\text{m}^3 * 3 \\
 \text{PesodeAgregados} &= 152,68\text{kg}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 152,68 * 9.8 \\
 P &= 1496,3\text{N}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Fuerza que Soporta la Tolva de acero Conjunto con Agregados

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= (9950,47 + 1496,3)\text{N} \\
 P_{total} &= 10103\text{N}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Fuerza que soporta cada columna que sostiene la Tolva.

Se debe tener presente que la Tolva de agregados esta sostenida por medio de cuatro bases fabricadas con dos vigas C de 50mm de ancho cada una, lo que forma una sola base de 100 mm de espesor.

$$\begin{aligned}
 P_{viga} &= P_{total} / 4 \\
 P_{viga} &= 10103\text{N} / 4 \\
 P_{viga} &= 2525,74\text{N}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Por los cálculos obtenidos anteriormente se puede concluir que cada viga soportara 2525,74 N, en el momento que se encuentre llena de los agregados (piedra y arena), se debe tomar en cuenta que los pesos de la piedra y la arena no son los mismos debido a que dependiendo del tipo de concreto que se desee fabricar varia los pesos de estos agregados, pero no en mayor proporción.

Cálculo de deflexión de las vigas de la Tolva

$$\begin{aligned}P_{critico} &= \text{Factorseguridad} * (P / 4) \\P_{critico} &= 1,5 * 2525,74N \\P_{critico} &= 3788,68N\end{aligned}\tag{11}$$

Momento de Inercia

$$\begin{aligned}I &= \frac{P_{critico} * Longitud^2}{\pi^2 * E} \\I &= \frac{3788,68 * (6,212)^2}{\pi^2 * 200 \times 10^9} \\I &= 2,32 \times 10^{-7} m^4\end{aligned}\tag{12}$$

$$\begin{aligned}I &= \frac{a^4}{2} \\a^4 &= I * 2 \\a^4 &= 2,32 \times 10^{-7} * 2 \\a &= 26,1mm \\a &= 27mm\end{aligned}\tag{13}$$

Tenemos que para la fuerza a que va estar expuesta la viga podemos utilizar una viga de 27 mm de espesor, lo que nos garantiza su debida resistencia a los esfuerzos.

Esfuerzo a que estará sometida la Viga

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P}{Area} \\ \sigma &= \frac{2525,74}{(27)^2} \\ \sigma &= 3,26MPa\end{aligned}\tag{14}$$

Se debe de tener presente que el esfuerzo de fluencia del acero estructural es 250 MPa.

Ahora obtenemos el esfuerzo admisible de la viga en análisis.

$$\begin{aligned}\sigma_{adm} &= \frac{\sigma_y}{1,5} \\ \sigma_{adm} &= \frac{250}{1,5} \\ \sigma_{adm} &= 166,67MPa\end{aligned}\tag{15}$$

Comparación de esfuerzos

$$3,26MPa \leq 166,67MPa\tag{16}$$

Por conclusión del análisis obtenido anteriormente se puede decir que la viga que soporta la tolva de agregados tiene una resistencia aceptable a los esfuerzos que estará expuesta, debido a que se realiza la comparación entre el valor teórico, contra el valor obtenido.

3.2.2.2 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Tanque de Agua

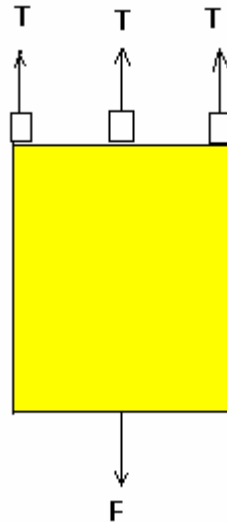


Figura 6: Tanque de agua.

Tabla 3: Datos de Constantes para el diseño Tanque de Agua.

DATOS DE LA ESTRUCTURA		
Espesor de Lámina	9	Mm
Diámetro 1	782	Mm
Diámetro 2	800	Mm
Altura	800	Mm
Densidad acero inox	7700	Kg/m3
Densidad del Agua	1000	Kg/m3

$$Volumen\ de\ Lámina = 0,01809m^3$$

$$Volumen\ del\ Cilindro = (\pi / 4)d^2 h$$

$$Volumen\ del\ Cilindro = (\pi / 4)(782)^2 (800) \quad (17)$$

$$Volumen\ del\ Cilindro = 0,384m^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{PesoTotal} &= \text{VolumenLámina}(\rho_{\text{agua}}) + \text{Volumen del Cilindro}(\rho_{\text{acero inoxidable}}) \\
 \text{PesoTotal} &= (0,384\text{m}^3)(1000\text{kg} / \text{m}^3) + (0,01819\text{m}^3)(7700\text{kg} / \text{m}^3) \\
 \text{PesoTotal} &= 384 + 140 \\
 \text{PesoTotal} &= 523,3\text{kg}
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

$$\begin{aligned}
 F &= \text{PesoTotal} * 9,81 \\
 F &= 523,3 * 9,81 \\
 F &= 5128,27\text{N}
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

$$\begin{aligned}
 F &= 3T \\
 T &= \frac{F}{3} \\
 T &= \frac{5128,27}{3} \\
 T &= 1709,42\text{N} \\
 T &= 174,44\text{kg}
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

Por tanto se puede decir que el tanque de agua estará sostenido de tres cables tensores que deben de soportar 174 kg cada uno, para cumplir con el cálculo de esfuerzos.

3.2.2.3 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Silo de Cemento

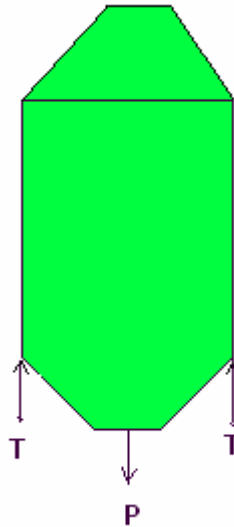


Figura 7: Silo de Cemento.

Tabla 4: Datos de Constantes para el diseño de Silo de Cemento.

DATOS		
Densidad Acero	7700	kg/m ³
Espesor de tubo de soporte	5	mm
Espesor de Lámina de Cilindro	0,019	m

Volumen del Silo

Para realizar el cálculo de volumen total del silo de cemento, se tomara por partes la estructura y al final se suma todos los volúmenes hasta obtener un único volumen total.

Cuerpo del Cilindro

$$Volumen1 = (\pi / 4)(d1 - d2)^2 h$$

Donde :

$$h = 3,004m$$

$$d1 = 3,1m$$

$$d2 = 0,019m$$

(21)

$$Volumen1 = (\pi / 4)(3,1 - 0,019)^2 (3,08)$$

$$Volumen1 = 22,38m^3$$

Cilindro Superior

$$Volume2 = (\pi / 12)h(D^2 + d^2 + Dd)$$

Donde

$$h = 0,745m$$

$$D = 3,1 - 0,019 = 3,08m$$

$$d = 0,51 - 0,019 = 0,491m$$

(22)

$$Volume2 = (\pi / 12)(0,745)[(3,08)^2 + (0,491)^2 + (3,08 * 0,491)]$$

$$Volume2 = 2,19m^3$$

Cilindro Inferior

$$Volume3 = (\pi / 12)h(D^2 + d^2 + Dd)$$

Donde

$$h = 1,354m$$

$$D = 2,81 - 0,019 = 2,791m$$

$$d = 0,168 - 0,019 = 0,149m$$

(23)

$$Volume3 = (\pi / 12)(1,354)[(2,791)^2 + (0,149)^2 + (2,791 * 0,149)]$$

$$Volume3 = 2,92m^3$$

Volumen Total del Silo de Cemento

$$\begin{aligned} \text{VolumenTotal} &= \text{VolumenA} + \text{VolumenB} + \text{VolumenC} \\ \text{VolumenTotal} &= (22,38 + 2,19 + 2,92) \text{m}^3 \\ \text{VolumenTotal} &= 27,49 \text{m}^3 \end{aligned} \quad (24)$$

Peso Total del Silo de Cemento

$$\begin{aligned} \text{PesodelSilo} &= \text{VolumenTotal} * \rho_{\text{acero}} \\ \text{PesodelSilo} &= 27,49 * 7700 \\ \text{PesoTotal} &= 214 \text{Kg} \end{aligned} \quad (25)$$

Área de los Tubos de Soporte

$$\begin{aligned} \text{Area} &= (\pi / 4)(D_1^2 - D_2^2) \\ \text{Donde :} \\ D_1 &= 0,1 \text{m} \\ D_2 &= 0,09 \text{m} \\ \text{Area} &= (\pi / 4)(0,1^2 - 0,09^2) \\ \text{Area} &= 0,0149 \text{m}^2 \end{aligned} \quad (26)$$

Momento de Inercia

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi(D_1^4 - D_2^4)}{64} \\ I &= \frac{\pi(0,1^4 - 0,09^4)}{64} \\ I &= 1,688 \times 10^{-6} \text{m}^4 \end{aligned} \quad (27)$$

Esfuerzo Crítico Aplicado a cada tubo de soporte

$$P_{critico} = \frac{I * \pi * E}{l^2}$$
$$P_{critico} = \frac{1,688 \times 10^{-6} * \pi * 200 \times 10^9}{(6)^2} \quad (28)$$
$$P_{critico} = 29,5 \text{KN}$$

Se debe tener presente que son 6 tubos en total los que soportan el Silo de Cemento

$$P_{critico} = 1,5 * (P / 6)$$
$$P = \frac{6 P_{critico}}{1,5}$$
$$P = \frac{6(29,5)}{1,5} \quad (29)$$
$$P = 118 \text{KN}$$

El esfuerzo que soporta cada Tubo es de 118KN

$$a^4 = I * 2$$
$$a^4 = 1,688 \times 10^{-6} * 2$$
$$a = 42,86 \text{mm} \quad (30)$$
$$a = 43 \text{mm}$$

Esfuerzo a que estará sometido el Tubo

$$\sigma = \frac{P}{Area}$$
$$\sigma = \frac{118 \times 10^3}{(\pi / 4)(0,043)^2} \quad (31)$$
$$\sigma = 81,25 \text{MPa}$$

Se debe de tener presente que el esfuerzo de fluencia del acero estructural es 250 MPa.

Ahora obtenemos el esfuerzo admisible del tubo en análisis.

$$\begin{aligned}\sigma_{adm} &= \frac{\sigma_y}{1,5} \\ \sigma_{adm} &= \frac{250}{1,5} & (32) \\ \sigma_{adm} &= 166,67 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Comparación de esfuerzos

$$81,25 \text{ MPa} \leq 166,67 \text{ MPa} \quad (33)$$

Por conclusión del análisis obtenido anteriormente se puede decir que los tubos que soportan el silo de cemento tiene una resistencia aceptable a los esfuerzos que estará expuesta.

3.2.2.4 Diseño y Cálculo de Esfuerzos de Tanque de Cemento

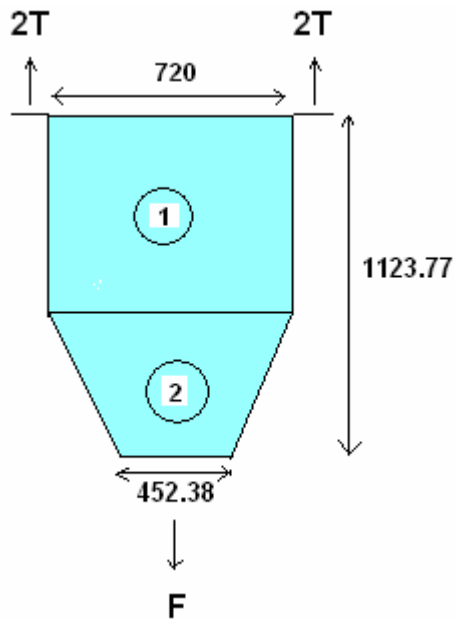


Figura 8: Tanque de pesaje del Cemento.

Tabla 5: Datos de Constantes para el diseño de Tolva de Agregados

DATOS		
Densidad Acero	7700	kg/m ³
Densidad del Cemento	3600	kg/m ³
Espesor de Lámina	5	Mm

Volumen de Todo el Tanque (Estructura de acero + Capacidad del Tanque)

Para realizar el cálculo de volumen total del tanque de cemento se realiza en dos partes y seguidamente se realiza la suma de ambos.

$$\text{Volumen1} = L * A * h$$

Donde :

$$h = 0,585m$$

$$A = 0,5m$$

$$L = 0,72m$$

$$\text{Volumen1} = 0,2106m^3$$

(34)

$$\text{Volumen2} = 0,166h((2A+a)B + (2a+A)b)$$

Donde

$$h = 0,534m$$

$$A = 0,720m$$

$$a = 0,492m$$

$$B = 0,500m$$

$$b = 0,274m$$

$$\text{Volumen2} = 0,166(0,534)((2 * 0,72 + 0,492)0,5 + (2 * 0,492 + 0,72)0,274)$$

$$\text{Volumen2} = 0,1275m^3$$

(35)

Volumen de la Estructura Interna de la Capacidad del Tanque

$$\text{Volumen1}^\circ = L * A * h$$

Donde :

$$h = 0,585m$$

$$A = 0,4m$$

$$L = 0,71m$$

$$\text{Volumen1}^\circ = 0,166m^3$$

(36)

$$\begin{aligned}
\text{Volume}2^\circ &= 0,166h((2A+a)B + (2a+A)b) \\
\text{Donde} \\
h &= 0,534m \\
A &= 0,620m \\
a &= 0,390m \\
B &= 0,400m \\
b &= 0,174m \\
\text{Volume}2^\circ &= 0,166(0,534)[(2*0,62+0,39)0,4 + (2*0,39+0,62)0,174] \\
\text{Volume}2^\circ &= 0,0798m^3
\end{aligned}
\tag{37}$$

Suma de los Volúmenes

$$\begin{aligned}
\text{VolumenTotalA} &= \text{Volumen1} + \text{Volumen2} \\
\text{VolumenTotalA} &= (0,2106 + 0,1275)m^3 \\
\text{VolumenTotalA} &= 0,3381m^3
\end{aligned}
\tag{38}$$

$$\begin{aligned}
\text{VolumenTotalB} &= \text{Volumen1}^\circ + \text{Volumen2}^\circ \\
\text{VolumenTotalB} &= (0,166 + 0,0798)m^3 \\
\text{VolumenTotalB} &= 0,2458m^3
\end{aligned}
\tag{39}$$

Peso de la estructura del Tanque de Cemento

$$\begin{aligned}
&\text{VolumenTotalA} - \text{VolumenTotalB} \\
&(0,3381 - 0,2458)m^3 \\
&0,0923m^3
\end{aligned}
\tag{40}$$

$$\begin{aligned}
\text{PesodelTanque} &= 0,0923 * 7700 \\
\text{PesodelTanque} &= 710Kg
\end{aligned}
\tag{41}$$

Fuerza Ejercida por el Tanque

$$\begin{aligned} F &= 710 * 9.81 \\ F &= 6965N \end{aligned} \tag{42}$$

La fuerza Total del Tanque tomando en cuenta la estructura de acero y que este se encuentre lleno de Cemento observa a continuación:

$$\begin{aligned} F_{total} &= 6965N + [(0,2458m^3) * (\rho_{cemento})] \\ F_{total} &= 6965N + [(0,2458) * (3600)]N \\ F_{total} &= 6965N + 885N \\ F_{total} &= 7850N \end{aligned} \tag{43}$$

Se debe tener presente que este tanque estará sujeto a cuatro barras colocadas en los costados, por lo que la fuerza total se divide entre cuatro para conocer el esfuerzo ejercido en cada barra, como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} 4T &= F_{total} \\ T &= \frac{F_{total}}{4} \\ T &= \frac{7850N}{4} \\ T &= 1962,5N \end{aligned} \tag{44}$$

Cálculo de deflexión de las barras de acero de acero

$$\begin{aligned} P_{critico} &= Factor_{seguridad} * (F_{total} / 4) \\ P_{critico} &= 1,5 * 1962,5N \\ P_{critico} &= 2943,75N \end{aligned} \tag{45}$$

Momento de Inercia

$$I = \frac{P_{critico} * Longitud^2}{\pi^2 * E}$$
$$I = \frac{2943,75 * (1,5)^2}{\pi^2 * 200 \times 10^9} \quad (46)$$
$$I = 3,36 \times 10^{-9} m^4$$

$$I = \frac{a^4}{2}$$
$$a^4 = I * 2$$
$$a^4 = 3,36 \times 10^{-9} * 2 \quad (47)$$
$$a = 9mm$$

Tenemos que para la fuerza a que va estar expuesta la viga podemos utilizar una viga de 27 mm de espesor, lo que nos garantiza su debida resistencia a los esfuerzos.

Esfuerzo a que estará sometida la barra que soporta el tanque

$$\sigma = \frac{T}{Area}$$
$$\sigma = \frac{1962,5}{(\pi / 4)(0,009)^2} \quad (48)$$
$$\sigma = 30,85MPa$$

Se debe de tener presente que el esfuerzo de fluencia del acero estructural es 250 MPa.

Ahora obtenemos el esfuerzo admisible del tubo en análisis.

$$\begin{aligned}\sigma_{adm} &= \frac{\sigma_y}{1,5} \\ \sigma_{adm} &= \frac{250}{1,5} \\ \sigma_{adm} &= 166,67 \text{ MPa}\end{aligned}\tag{49}$$

Comparación de esfuerzos

$$30,85 \text{ MPa} \leq 166,67 \text{ MPa}\tag{50}$$

Por conclusión del análisis obtenido anteriormente se puede decir que las barras que soportan el Tanque de pesaje del Cemento tiene una resistencia aceptable a los esfuerzos que estará expuesta.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS OBTENIDOS

El producto final del proyecto es la construcción de las partes principales del dosificador, las que podemos observar a continuación. Estas se basaron en los cálculos y diseños (ver apéndices), analizados en la parte del desarrollo del proyecto.



Figura 9: Estructura de Tolva de Agregados

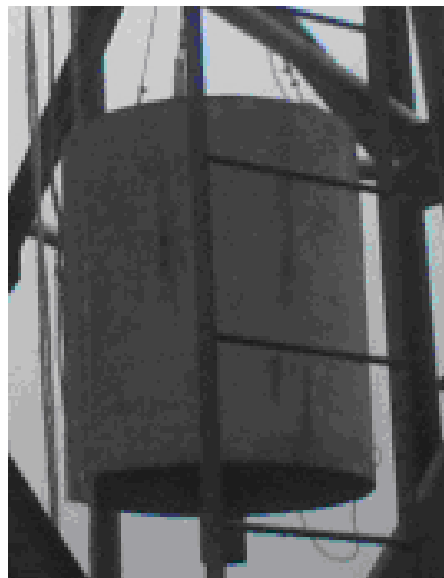


Figura 10: Estructura de Tanque de Agua



Figura 11: Estructura de Silo de Cemento



Figura 12: Base del Silo de Cemento

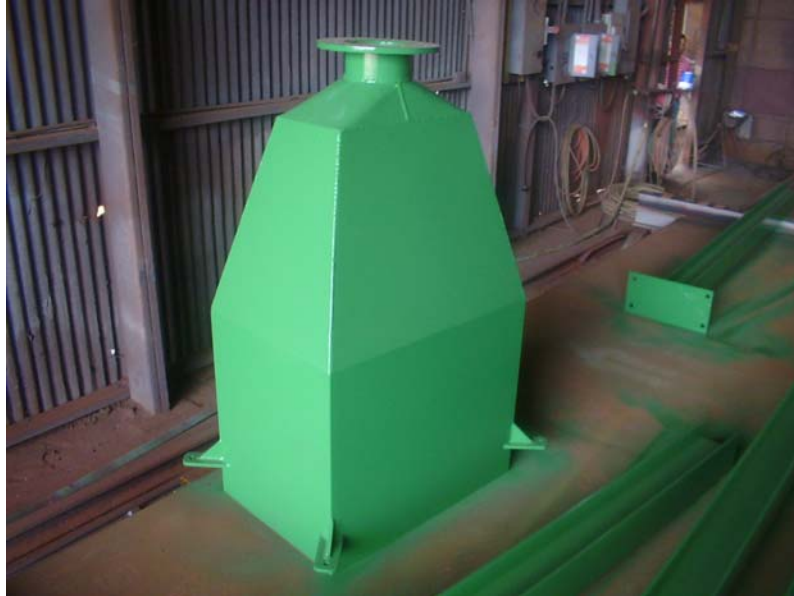


Figura 13: Estructura de Tanque de Agua

Es importante destacar que en el transcurso del proyecto se fueron implementando sistemas para mejorar el funcionamiento del equipo, tales como:

- Sistema Neumático, el cuál brinda la capacidad de controlar pistones y vibradores usados en la manipulación del conjunto, a la hora de dosificar los componentes en la máquina. Este sistema esta conformado por un filtro de aire, lubricador y regulador de presión. Para tener una mejor comprensión se debe de observar la siguiente figura:

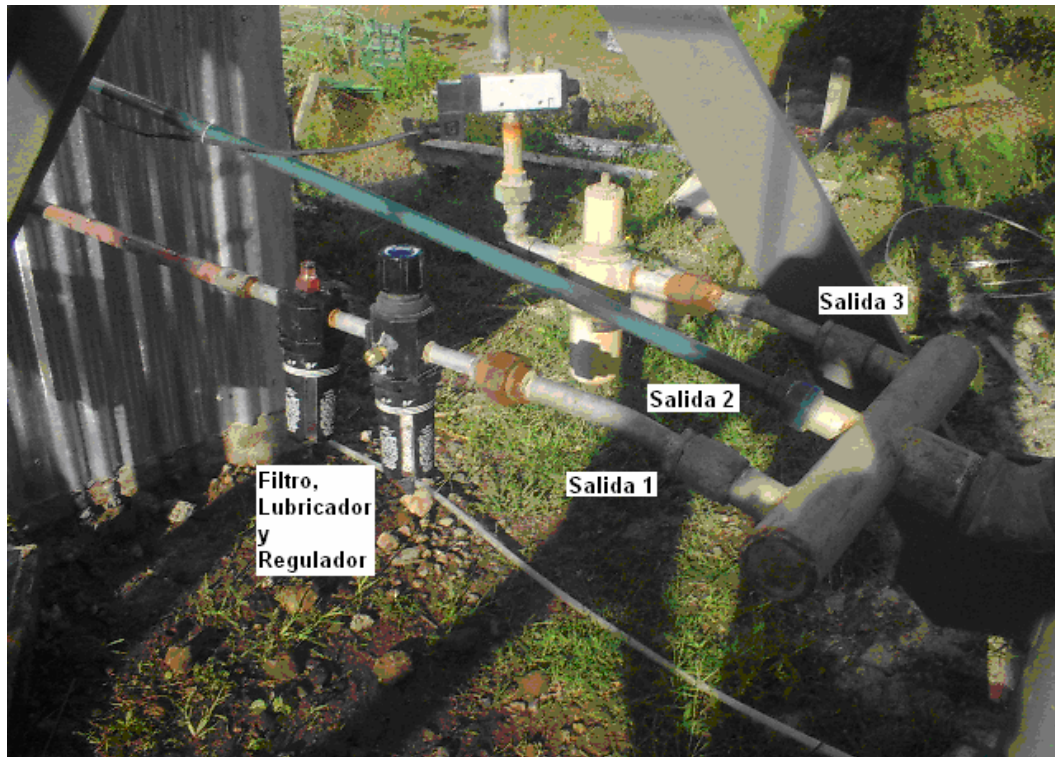


Figura 14: Circuito neumático conformado por la siguiente distribución: salida 1 utilizada para los pistones accionados por electro válvulas y cuenta con un lubricador y un filtro, salida 2 es utilizada para activar vibradores neumáticos y salida 3 cuenta un filtro debido a que es para introducir aire dentro del silo principal de cemento.

- Pistones neumáticos utilizados únicamente en la descarga de agregados, cemento y agua, controlados por electro válvulas de doble paso de aire, para así controlar el efecto de apertura y cierre de las válvulas de los recipientes.



Figura 15: Pistón utilizado en la descarga de agregados.

- Tablero de control, es la parte que controla la carga y descarga de los componentes, así como la toma de pesos en el proceso de dosificado. Como se puede observar a continuación hay una botonera que controla pistones, vibradores y esta dividido en cuatro secciones que son: pesaje de agua, cemento, aditivos y agregados.

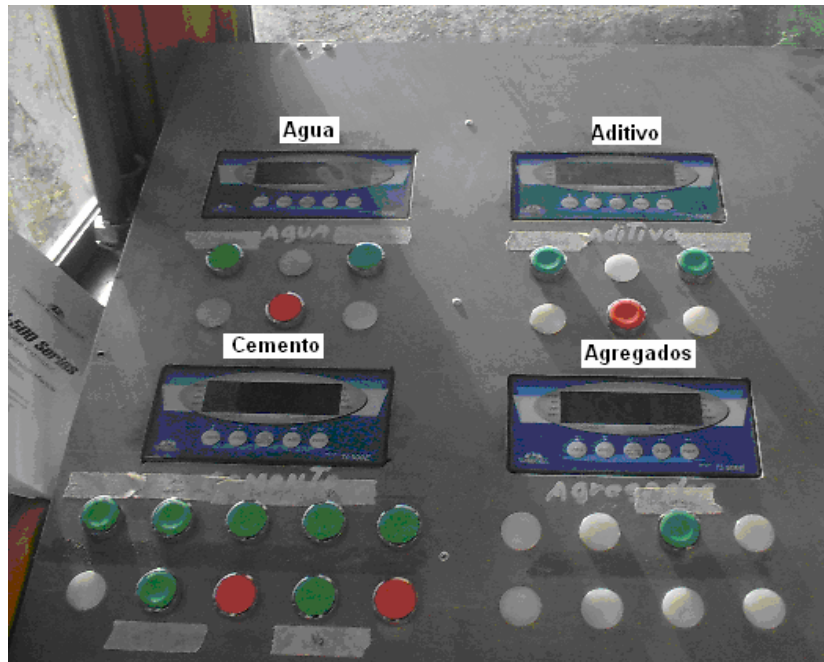


Figura 16: tablero de control.

El funcionamiento del dosificador se analizara en las siguientes secciones:

Dosificado de agua: Al recipiente diseñado para esta aplicación se le coloca una celda de carga en la parte superior, y luego se calibra con pesos estándar de 45 kilos para obtener la capacidad que se desea establecer a la hora de tomar las medidas del agua en un proceso de dosificado. Seguidamente se procede a llenar el recipiente con una cantidad de agua determinada para corroborar su adecuado funcionamiento en el indicador de carátula que da el resultado del peso esperado.

En este sistema no se presentaron problemas a la hora de tomar el peso del agua, funcionando satisfactoriamente según se esperaba de acuerdo al diseño preliminar con un porcentaje de error de un $\pm 1\%$.

Dosificado de Aditivo: Para este sistema se utilizó un recipiente muy pequeño en consideración con el resto de los recipientes utilizados para la fabricación del hormigón.

Dicha geometría se diseñó y construyó de esta forma debido a que las cantidades de aditivos para la fabricación del concreto se pueden ver representados por porcentajes muy pequeños.

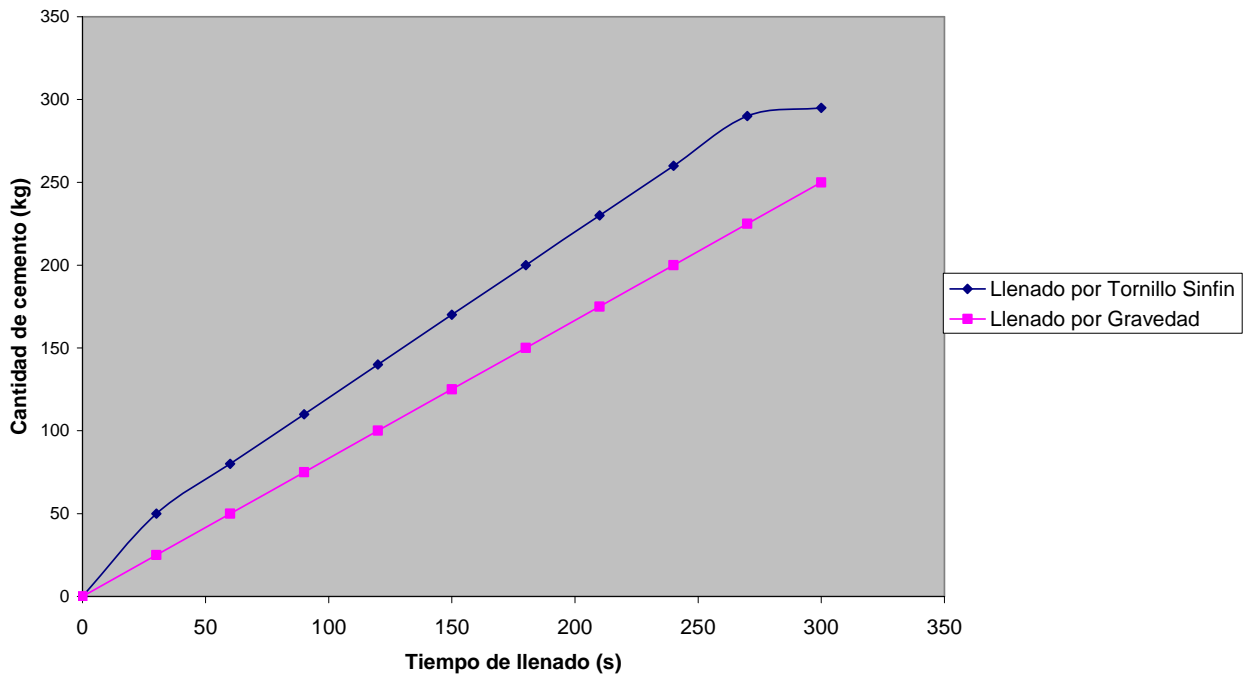
Dosificado de Cemento: Al sistema de pesaje del cemento se le realizaron las pruebas de calibración y los pesos obtenidos en el tablero de control concordaban en un valor muy cercano de acuerdo al valor ideal con el cual se estaba comparando.

Dosificado de Agregados: Los agregados se van a depositar al dosificado por medio de un cargador. La desviación en este valor fue de un $\pm 2\%$.

El gráfico 1 revela las diferencias de exactitud en cuanto a pesaje del cemento se refiere y por ende las correcciones que tuvieron que llevarse a cabo para mejorar los errores y las desviaciones. En esta sección el pesaje se llevó a cabo en primera instancia por gravedad, lo cual significaba que era un método poco preciso y descalibrado pues las variables involucradas (humedad y aire, entre otros) se volvían muy difíciles de manejar.

Para mejorar esto se procedió a colocar un tornillo sinfín que evidentemente traería consigo precisión a las cantidades de cemento que debían pesarse, por lo que el sistema se volvió más estable y presentaba una continuidad de acuerdo a lo esperado. Aparte de esta mejora en el sistema se tomaron también muy en consideración la reglamentación de seguridad que se espera durante el funcionamiento de un equipo de esta magnitud, tal es el caso de las barandas, puestas en la parte superior de la estructura para que en caso de que los operarios tengan que revisar desde la parte superior algún defecto presentado en la mezcla del dosificado.

Gráfico 1. Comparación de llenado a gravedad contra tornillo sinfín



Por otra parte, debido a que la máquina se llevó a cabo a partir de un diseño preliminar del MET, se pudieron realizar planos constructivos del dosificador, que indican geometría, dimensiones, material, método de funcionamiento y otros, que en el futuro pueden ser utilizados para volver a fabricar elementos que debido a fatiga o desgaste eventualmente lleguen a fallar, lo que significa que la dosificadora de concreto es una herramienta que funciona óptimamente y que puede ser reparada rápidamente por los operarios de esta institución debido a que ellos fueron quienes la construyeron en primer instancia, así que no se debe preocupar por los repuestos que se tengan que mandarse a traer al exterior y puedan retrasar el desarrollo civil de un proyecto debido a que la máquina se encuentre fuera de funcionamiento por algún tipo de avería.



Figura 17: Conjunto mecánico final, fabricado, donde se puede observar tolva de agregados, tanque de agua, tanque de cemento y silo principal del cemento.

4.2 ANALISIS DE RESULTADOS

Después de haber analizado las partes construidas del dosificador, cabe mencionar que el diseño preliminar está funcionando adecuada y satisfactoriamente de acuerdo a la manera en que fue diseñado. Durante su construcción tuvieron que realizarse ligeros cambios al conjunto para optimizar el funcionamiento del dosificador, tal es el caso de la caída del cemento desde su respectivo tanque de pesaje hasta el camión mezclador. Este cambio se realizó por el hecho de que la tubería utilizada era de acero A36 y debido a la rugosidad superficial interior de la misma, originaba que el flujo de cemento en esas direcciones fuera lento y tedioso. Para solucionar esto, se sustituyó el material por una tubería de PVC, la cual dio el resultado esperado, que era el de lograr un flujo homogéneo a lo largo de esta sección de transporte.

El impacto final que se obtuvo en la construcción de esta máquina fue muy enfatizado, en la experiencia obtenida por el equipo de trabajo y mi formación profesional en el desarrollo de equipos de esta índole y a la vez saciar la necesidad de fabricar concreto por medio de un método más preciso, el cuál es el dosificado de materiales, lo que genera una mayor seguridad en la calidad del producto, caso contrario al que sucedía anteriormente cuando el concreto se fabricaba por medio de la cubicación de materiales utilizando recipientes como galones y cajones, los que no brindaban un nivel de precisión confiable y provocaban una baja calidad del producto final. La calidad del producto (concreto terminado) se analiza realizándole una prueba de resistencia a la compresión con cilindros de 30 por 15 cm, dependiendo del concreto que se desee fabricar así va ser la resistencia obtenida. Para este caso lo que interesa es el peso obtenido en cada recipiente debido a que la prueba de resistencia del concreto se hace dependiendo de la mezcla que se desee fabricar y aquí se analizan los recipientes encargados de dosificar materiales.

Todas las estructuras construidas tales como el tanque de agua, el tanque de pesaje de cemento, tolva de agregados y el silo de cemento, se construyeron con acero A36, y se soldaron con electrodos E7018, debido a que es el método más tradicional de construcciones metalmeccánica en estos talleres y disminuyen los costos de construcción o en comparación que si se usara acero inoxidable, el que es mucho más caro y difícil de manufacturar.

Una de las estructuras construidas con mayor detalle fue el silo de cemento, debido a que por la altura y sus dimensiones de capacidad con un volumen 27 m³ aproximadamente, se debió de realizar un análisis más cuidadoso que a los otros recipientes, puesto que este tanque va almacenar cemento a granel, y su base va estar soportada a altos esfuerzos de compresión, por lo que a la hora de fabricarlo se tomaron en cuenta todos los detalles de construcción y diseño para este tipo de estructuras, como es el caso de los soportes entre sus bases que van a estar expuestos a una fuerza de 118 000 N distribuida entre sus seis partes. Para este tanque como al resto de los recipientes construidos se les asigno técnicos en soldadura que presentan el certificado de soldadores calificados por las normas AWS, los que garantizan un proceso de armado y soldado confiable para estos fines.

Como se pudo observar a lo largo de la construcción del equipo se le realizaron mejoras, que garantizan un alto nivel de funcionamiento de todo el conjunto, tal es el caso del tablero de control el cuál es el encargado de manipular todas las funciones del dosificador a la hora de la fabricación de concreto.

Otro caso importante es el sistema neumático implementado el cual funciona con 120 psi de presión, depositados en un cilindro de almacenamiento principal, que lo distribuye para las distintas utilidades del circuito, tal es el caso de los pistones, vibradores y entradas de aire. Este sistema se alimenta del compresor principal de los talleres al que no afecta debido a que su consumo de aire es el mínimo, puesto que esté sistema se regula a la mitad de la presión de capacidad máxima, la que sería 60 psi.

Se pudo observar en la gráfica de llenado por gravedad contra tornillo sin fin, el llenado por medio de un tornillo es más preciso a la hora de realizar el dosificado de cemento debido a que se controla por medio de un botón que puede ser manipulado en el momento de tomar la cantidad de kilos que se utilizaran para realizar concreto. Es importante tener presente que como el cemento es un material fino en su composición, es mejor utilizar un método de llenado que cumpla con las expectativas de precisión, tal es el caso del tornillo sin fin el que nos garantiza el una mejor medición del peso deseado.

Como el tanque de pesaje de cemento esta controlado por un sensor de carga de 500 kilos y la capacidad del tanque no supera los 300 kilos, es importante tener un sistema específico a la hora de realizar un dosificado, por lo que primero se probó dejando caer el cemento desde el silo a gravedad y lo que se logró es que entrara cemento de tal forma que no se podía controlar su llenado a la hora de pesar puesto que cuando se cerraba la compuerta del silo ya se había pasado la cantidad de material lo que provoca imprecisión, por lo que este sistema se sustituyó por la colocación de un tornillo sin fin que comunicara al silo de cemento con el tanque de pesaje lo que logró mayor precisión a la hora del llenado. Se debe saber que a la hora de pesar cemento por el método de caída a gravedad se llenaba en menor tiempo pero más tendiendo a quedarse pegado en las paredes del tubo y a complicar el procedimiento, mientras que para el caso del tornillo sin fin es más lento el llenado pero con mayor precisión lo que no altera la mezcla a preparar.

En todo el sistema que conforma el dosificador de concreto las partes más sensibles y que pueden tender a fallar son las celdas de carga (sensores), puesto que si no se manipulan con cuidado y no se les da un mantenimiento óptimo como la revisión semanal por técnicos eléctricos pueden presentar fallas a la hora de tomar medidas de peso que pueden alterar la preparación de una mezcla.

También hay que tener presente que los recipientes construidos con acero A36, se les debe de aplicar un recubrimiento que proteja la superficie de agentes corrosivos para así extender su vida útil, para este caso se le aplicaron a todos una capa de primario epóxico orgánico de zinc y luego el recubrimiento final de esmalte de poliuretano (ver hojas técnicas en anexos).

Este dosificador cuenta con la capacidad de producir quince metros cúbicos por día de concreto premezclado, lo que facilita la producción en obras civiles en campo Geotérmico Miravalles y garantiza la calidad del material a utilizar.

En fin el conjunto diseñado, fabricado y manipulado para la realización de concreto presenta un funcionamiento óptimo en todas sus partes satisfaciendo el objetivo de su construcción que era la fabricación de concreto u hormigón.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 1) Se fabricaron todas las partes del dosificador cumpliendo con el objetivo de funcionamiento en cada una, como es el pesaje de los distintos materiales (piedra, arena, agua y cemento), antes del premezclado.
- 2) Se realizó la calibración a los sistemas de pesaje con las masas de peso estándar, para así tener una mayor precisión a la hora de tomar medidas.
- 3) Se cambió del sistema tradicional de cúbicar materiales a dosificarlos generando una mayor precisión en el producto final.
- 4) Mejoró la precisión del sistema de pesaje de cemento dosificándolo en comparación con el cubicado tradicional
- 5) Las nuevas mezclas de concreto tendrán una composición no solamente más homogénea, sino también más aprovechable para su determinada aplicación.
- 6) Una de las ventajas alcanzadas es que su utilización se puede realizar por medio de un solo operador, el que controla la máquina desde el tablero de control, contrario a un proceso tradicional de cubicado, en el que se ocupaba mayor cantidad de personal.
- 7) Se pudo notar que el llenado del tanque de pesaje de cemento es más preciso utilizando un tornillo sin fin, que llenándolo a gravedad, es más lento en tiempo, pero la precisión es lo que cuenta en este caso, debido a que si se pasa una cantidad determinada de cemento en el proceso a gravedad, se perdería, puesto se esta alterando la mezcla, mientras que con el tornillo eso se tiene bien controlado.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que el mantenimiento de las celdas de carga y el tablero de control sean realizados por un especialista en el área, para así tener una mejor confiabilidad en el funcionamiento.
- 2) Se debe de colocar bandas transportadoras para llenar la tolva de agregados, así se tendrá un mayor control del dosificado de la piedra y la arena, y a la vez se elimina la utilización de un cargador.
- 3) Se le debe dar mantenimiento al sistema de pesaje de cemento, con mayor frecuencia, para así eliminar todos los índices de humedad que puedan provocar endurecimiento del material, y provocar obstrucciones en tuberías de desplazamiento del material.
- 4) Es importante ver en los anexos el apartado de como se calibran balanzas, para tener una mayor comprensión del calibrado de celdas de carga, utilizado por los funcionarios de obra civil en el ICE.
- 5) Es recomendable analizar el Instructivo para pruebas de diseño de mezclas de concreto, utilizado en el ICE, que se expone en los anexos, y así conocer con mayor detalle las pruebas recomendadas, se debe tener claro que en este proyecto no se le da mayor énfasis a esto, pero es bueno conocerlo a la hora de utilizar el equipo.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Manual del Ingeniero Químico, 4ta Edición.
- 2) Robert L. Mott, Prentice may, 1992, Mott Diseño de Elementos de Máquinas, 2da edición, Stephen Helba.
- 3) ISO. Standard Handbook. Volumen 1, 3era Edición, Suiza, 1997.
- 4) McCabe, Smiht & Harriott. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. 4ta Edición.
- 5) Faires, Virgil M (1982). Diseño de Elementos de Máquinas, primera edición, Uteha, México.
- 6) Manual digital del Instituto Americano de Concreto
- 7) La Enciclopedia Encarta.
- 8) Normas ASTM A 786/A 786 M - 93.

ANEXOS

**ANEXO 1:
VISTA EN INVENTOR DEL DISEÑO PRELIMINAR DEL DOSIFICADOR DE
CONCRETO**

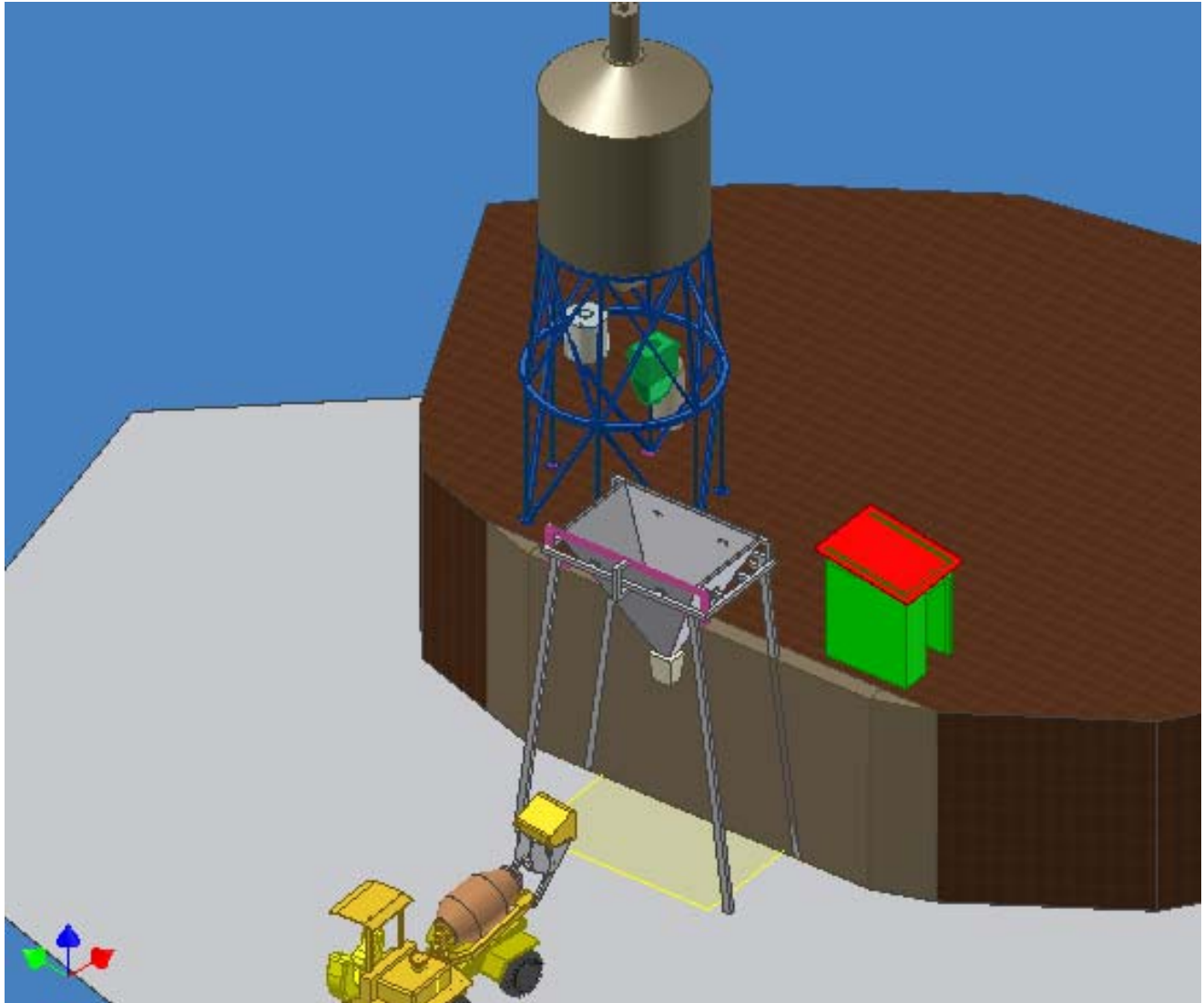


Figura 18: Vista del Diseño del Dosificador de concreto realizado en el Programa de CAD Inventor. Se puede observar las distintas partes que lo conforman, tales como: Tanque de pesaje de agua, tanque de pesaje de Cemento, Tolva de agregados, silo principal del cemento, caseta de control y el sitio de su construcción.

ANEXO 2: PROPIEDADES PARA ACERO ASTM A36

⦿ **DENOMINACION:** PLACE A36, PLACE A283, PLACE A569

⦿ **DESCRIPCION:** Planchas de acero laminadas en caliente, calidad estructural y/o calidad comercial, con bordes de laminación o bordes cortados, con figuras geométricas resaltadas distribuidas en intervalos regulares, en una de las caras.

⦿ **USOS:** En la construcción de plataformas, pisos, escaleras, equipamiento de transporte y circulación, y estructuras en general.

⦿ **NORMA TECNICA:** Norma ASTM A 786/A 786 M - 93. Adicionalmente estos productos cumplen también las exigencias de la norma estructural respectiva como ASTM A36/A36M-96 o ASTM A283/A283M-93a Grado, o de la calidad comercial como ASTM A569/A569M-96.

COMPOSICION QUIMICA (%):

Elementos	ASTM A569	ASTM A36	ASTM A283 Grado C
C	0.15 máx.	0.25 máx.	0.24 máx.
Mn	0.60 máx.	0.8-1.20 (e>3/4")	0.90 máx.
P	0.035 máx.	0.040 máx.	0.035 máx.
S	0.035 máx.	0.050 máx.	0.40 máx.
Si	-	0.40 máx.	0.40 máx.

PROPIEDADES MECANICAS:

Calidad	Norma	Límite de Fluencia (Kg/cm ²)	Resistencia a la Tracción (Kg/cm ²)	Alargamiento (%)	Doblado a 180°
Comercial	ASTM A569	-	-	-	Sin fisura
Estructural	ASTM A36	2550 mín.	4080-5610	20 mín.	Sin fisura (**)
	ASTM A283 GC	2090 mín.	3870-5240	20 mín.	

Para el ensayo de tracción se considera el espesor medido en la zona libre de resaltes.

El ensayo de doblado es opcional y se realiza sobre la cara estirada.

DIMENSIONES NOMINALES CONOCIDAS EN EL MERCADO::

PLACE A569, PLACE A36, PLACE A283 GC
2.5 x 1200 x 2400 mm
2.9 x 1200 x 2400 mm
4.4 x 1200 x 2400 mm
5.9 x 1200 x 2400 mm

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

Según Norma ASTM A 786/A 786 M-93:

MASA ESPECÍFICA:

ESPEJOR NOMINAL (mm)	MASA ESPECIFICA NOMINAL (Kg/m²)	TOLERANCIA PARA MASA PROMEDIO DE LOTES (en % de la masa específica nominal)	
		+	-
2.5	21.97	8	5
2.9	24.78	8	5
4.4	36.58	6	5
5.9	54.06	5	3

ANEXO 3: CALIBRACION DE BALANZAS



UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Cómo calibrar balanzas.		Código ICC-11-01
<i>Título</i>		<i>Versión</i> C
<i>Capítulo</i> 4.11 Control de equipos de inspección, medición y ensayo.		<i>Página</i> 1 de 2
<i>Escrito por</i> Control de Calidad Obras Civiles	<i>Aprobado por</i> Jefatura de Control de Calidad Obras Civiles	<i>Rige a partir de</i> 01/02/20

1. ALCANCE:

1.1. Este instructivo es utilizado para realizar la calibración de balanzas, utilizadas en la Unidad de Construcción ICE.

2. DOCUMENTOS O DATOS REFERENCIADOS:

2.1. No existen documentos ni datos referenciados para este instructivo.

3. DEFINICIONES

- 3.1. **CC:** Control de Calidad Obra Civil
- 3.2. **GC:** Gestión de la Calidad

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1. La jefatura de CC es responsable de verificar que se esté aplicando lo establecido en este instructivo.
- 4.2. El responsable de ejecutar la calibración debe verificar que ésta se lleve a cabo bajo condiciones de ambiente adecuadas y de acuerdo a lo estipulado en este documento.

5. POLITICAS

5.1. No existen políticas establecidas para este documento.

6. INSTRUCTIVO

- 6.1. Se coloca la balanza a calibrar sobre una superficie con un desnivel máximo de **0.01%**.
- 6.2. Se le da una limpieza general a toda la balanza, y se aplica aceite penetrante en todos los contactos (muelas)
- 6.3. Se verifica que la balanza y los indicadores marquen cero
- 6.4. Si la balanza no marca cero se debe ajustar hasta conseguirlo
- 6.5. Si el ajuste es muy complicado se solicita la ayuda del taller mecánico.
- 6.6. Cuando ya la balanza esté marcando cero se comienzan a colocar las pesas.

- 6.7. Se coloca la primer pesa y se anota en un borrador, tanto el valor de la pesa como el indicado por la balanza. Se continúa colocando pesas hasta llegar al máximo pesaje de la balanza.
- 6.8. Se deben colocar mínimo 5 masas diferentes antes de llegar al peso máximo de la balanza. Cada uno de los datos obtenidos en los pasos anteriores se deben transcribir en el registro **Hoja electrónica de resultados de calibración de balanzas ICC-11-01-R01**, del **Anexo 8.1**.
- 6.9. Se debe establecer la precisión y el rango de trabajo de la romana en estudio.
- 6.10. Se debe repetir todo el proceso nuevamente y transcribir los datos a la hoja electrónica de resultados de calibración de balanzas **ICC-11-01-R01** del **Anexo 8.1**.
- 6.11. Si la diferencia entre los dos juegos de datos anterior es mayor al **20%** de la precisión de la romana, ajustar la máquina y comenzar el proceso nuevamente.
- 6.12. Se debe definir e identificar en un lugar visible de la romana, el rango donde ésta trabaja con la precisión establecida, de manera que el usuario logre percibirlo antes de su uso.
- 6.13. Patrones**
- 6.13.1. **Pesas de calibración:** El centro de calibración debe contar con los patrones de medición de pesas requeridos según el tipo de balanza.
- 6.14. Trazabilidad**
- 6.14.1. Se debe tener un juego de masas certificadas por un ente reconocido a nivel nacional con un máximo de **2 años** de emisión.
- 6.14.2. La pérdida de precisión en las masas debe ser sumada al cálculo de precisión para la romana en estudio.

7. CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD:

Código	Modo de recolección	Modo de indización y archivo	Políticas de acceso	Tiempo de conservación
ICC-11-01-R01 <i>Hoja electrónica resultados de calibración de balanzas</i>	La persona que ejecuta la calibración debe llenar este registro.	Lo debe archivar (Preferiblemente físico y electrónico) el encargado de realizar la calibración, ordenado por fecha.	-El calibrador -GC -CC	Permanente

NOMBRE
ICC-11-01-R01 Hoja electrónica de resultados de calibración de balanzas

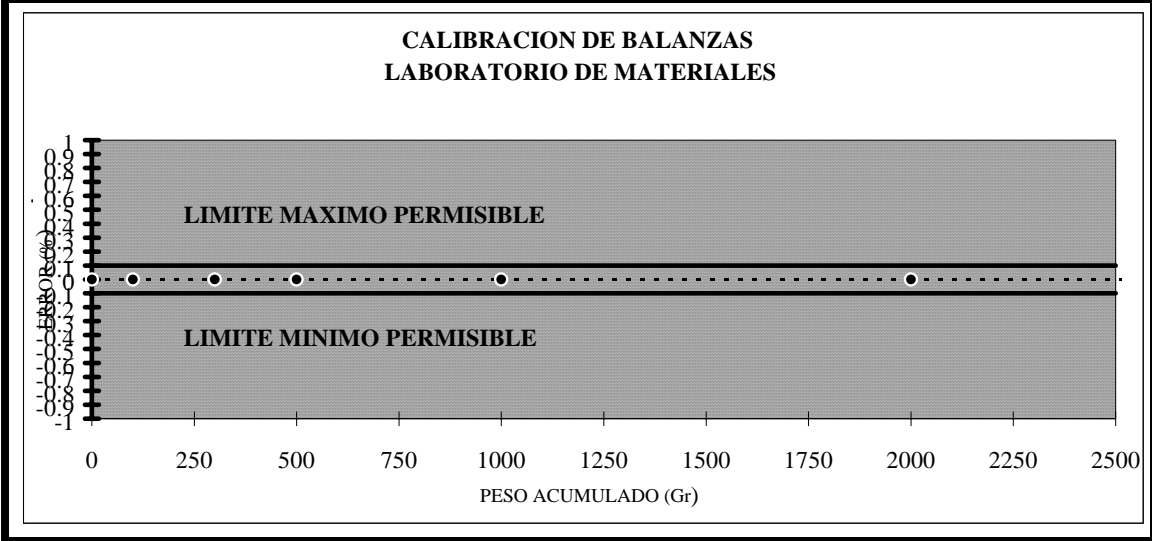


UNIDAD DE CONSTRUCCION

Código	ICC-11-01-R01
Fecha:	

Título	Resultados de calibración de balanzas
--------	--

CODIGO PATRON USADO	47628 MASA CERTIF.		VERDE AMARILLO ROJO	X
PESO COLOCADO (gr)	PESO ACUMULADO (gr)	LECT.BALANZA (gr)	% ERROR	
0	0	0	0.00	
100	100	100	0.00	
200	300	300	0.00	
200	500	500	0.00	
500	1000	1000	0.00	
1000	2000	2000	0.00	
1000	3000	3000	0.00	
1000	4000	4000	0.00	
1000.0	5000	5000	0.00	
1000.0	6000	6000	0.00	
1000.0	7000	7000	0.00	
1000.0	8000	8000	0.00	



**ANEXO 4:
INSTRUCTIVO PARA PRUEBAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**



UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Código	ISC-10.3-18
--------	--------------------

<i>Título</i>		<i>Versión</i>
Instructivo para pruebas de diseño de mezclas de concreto		A
<i>Capítulo</i>		<i>Página</i>
4. 10.3 Inspección y ensayo en el proceso		80 de 4
<i>Escrito por</i>	<i>Aprobado por</i>	<i>Rige a partir de</i>
Control de Conformidad Civil	Jefatura Control de la Conformidad Civil	98/05/29

1. ALCANCE

1.1. En este instructivo se describe la metodología que se usará en la prueba de los diseños de concreto hasta de ser aceptados para su uso.

2. DEFINICIONES

- 2.1. U.S.C.:** Unidad de Servicios Civiles.
- 2.2. C.C.O.C.:** Control de la Conformidad Obra Civil.

3. RESPONSABILIDADES

- 3.1.** Control de la Conformidad Obra Civil será responsable de la elaboración y estudio de cada uno de los diseños que se soliciten, y de darlo como aprobado para su uso.
- 3.2.** La U.S.C. será responsable de solicitar los diseños que vaya a utilizar para las diferentes estructuras de concreto que se construirán en cada una de las obras. Las pruebas se confeccionarán para las resistencias solicitadas por el diseñador y de acuerdo a las especificaciones establecidas en los planos.
- 3.3.** El Encargado de la planta de concreto será responsable de usar los diseños enviados por Control de la Conformidad Obra Civil y aprobados para su uso.
- 3.4.** Control de la Conformidad Obra Civil será responsable de realizar modificaciones en alguno de los diseños, cuando se compruebe que ha variado alguna de las características de los componentes del concreto. Cualquier cambio que se realice le será comunicado al encargado de la planta de concreto para que sea tomado en cuenta en la producción del concreto.
- 3.5.** Control de la Conformidad Obra Civil, hará muestreos del concreto, de los diseños autorizados mediante pruebas en su Laboratorio, para verificar la resistencia a la compresión del concreto fabricado en la planta y enviado a las obras, según se establece en PSC-09-36 Procedimiento par la fabricación de concreto en planta de eje vertical.

4. METODOLOGIA PARA EL DISEÑO

- 4.1.** Los diseños serán realizados con fundamento en lo que establece la norma ACI 211.1
- 4.2.** Además de lo que indica la norma ACI 211.1 ,se seguirá el siguiente procedimiento:
 - 4.2.1.** Los agregados que se utilicen deben haber sido sometidos a las pruebas de calidad de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C33.
 - 4.2.2.** El cemento a utilizar debe cumplir con la norma ASTM C150.
 - 4.2.3.** Cuando se utilicen aditivos deberán haber sido probados previamente, según la norma ASTM C494 y cumplir con la propiedad que se desea modificar en el concreto.
 - 4.2.4.** El agua que se use en los diseños deberá estar aprobada para ser usada en la fabricación de concreto de acuerdo con lo estipulado en ASTM C94.
 - 4.2.5.** El equipo para preparar el concreto, usualmente batidoras de trompo de 0.5 a 1 saco de cemento, deberá estar en óptimas condiciones, permitiendo garantizar un buen mezclado y un concreto homogéneo.
 - 4.2.6.** Deberán determinarse las siguientes características de los agregados:
 - 4.2.6.1.** Granulometría, de acuerdo con Standard Test Method for Sieve Analysis of fine and Coarse Aggregates (ASTM C136).
 - 4.2.6.2.** Gravedad Específica y Absorción, de acuerdo con Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of fine Aggregates (ASTM C128) y con Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate (ASTM C 127).
 - 4.2.6.3.** Peso Unitario y Vacíos, de acuerdo con Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate (ASTM C 29).
 - 4.2.6.4.** Contenido de humedad, de acuerdo con Standard Test Method for Total Moisture Content of Aggregates by Drying (ASTM C 566).
 - 4.2.6.5.** Módulo de finura de acuerdo con Standard Terminology relating to concrete and Concrete Aggregates (ASTM C 125).
 - 4.2.7.** Las cantidades de material que se utilicen deben estar definidas después de hacer las correcciones de acuerdo al porcentaje de humedad de cada agregado, estableciendo también el agua que se debe usar.
 - 4.2.8.** Los componentes del concreto serán pesados en forma separada, en balanzas debidamente calibradas, el agua y aditivo se harán medidos con recipientes calibrados (Probeta o Beaker).
 - 4.2.9.** Se harán diseños de prueba dosificando los agregados por volumen.
 - 4.2.10.** Se procederá a realizar batidas de prueba para observar las características de la mezcla e ir definiendo los ajustes que se requieren hasta obtener un diseño que cumpla los requisitos solicitados.
 - 4.2.11.** Se harán pruebas para determinar la consistencia del concreto (revenimiento)según norma ASTM C143.

- 4.2.12.** Se realizarán muestreos del concreto fresco de acuerdo con la norma ASTM C172, se moldearán y curarán cilindros de concreto de acuerdo con la norma ASTM C 192 y se determinará su resistencia a la compresión de acuerdo a la norma ASTM C39.
- 4.2.13.** Se hará la prueba de contenido de aire del concreto fresco norma ASTM C231 - 91b.
- 4.2.14.** Se llevará un control de la temperatura ambiente en °C.
- 4.2.15.** Se harán las pruebas para determinar el peso unitario según a la norma ASTM C 138.
- 4.2.16.** Para el diseño de mezclas de concreto bombeable se seguirán las recomendaciones del capítulo 4 de la norma ACI 304.2 R Placing Concrete by Pumping Methods.

5. REGISTROS DE CALIDAD

- 5.1.** Control de la Conformidad Obra Civil tendrá archivos con los diseños que han sido aprobados para ser usados, actualizándolos cada vez que se haya realizado alguna modificación.
- 5.2.** Control de la Conformidad Obra Civil dispondrá de registros con la información de resistencias de los diseños usados en la planta, del concreto enviado a las diferentes obras.

CÓDIGO	Modo de recolección	Modo de indización y archivo	Políticas de acceso	Tiempo de conservación en Biblioteca
ISC-10.3-18-R01	En Laboratorio después de realizar y aprobar cada diseño.	Ampo con espacio para cada diseño.	U.S.C. y C. C. O.C.	Durante la construcción completa de las obras.
ISC-10.3-18-R02	En Laboratorio durante el proceso de prueba de cilindros de concreto a diferentes edades	Ampo para cada obra.	U.S.C y C. C. O.C.	Durante la construcción completa de las obras.

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO O DATO
ISC-10.3-18-R01	Diseños aprobados.
ISC-10.3-18-R02	Resistencia de los diseños usados en planta.
C172-90 ASTM	Standard practice for freshly mixed concrete.

C192-90a ASTM	Standard practice for making and curing concrete Test Specimens
C494-92 ASTM	Standard Specification for Chemical Admixtures for concrete
C150-92 ASTM	Standard Specification for portland cement
C7079 ASTM	Standard Test Method for Surface Moisture in fine Aggregate
C566-89 ASTM	Standard Test Method for Total Moisture of Aggregate by Drying.
C29/C29m-91a ASTM	Standard Test Method for unit weight and voids in Aggregate
C617-87 ASTM	Standard Practice for capping Cylindrical concrete Specimens.
C231-91b ASTM	Standard test Methods for air content of freshly mixed concrete by the preassure method.
C138-92 ASTM	Standard Test Method for Unit Weight Yield and air content (Gravimetric) of concrete.
C33-92a ASTM	Standard Specification for concrete Aggregates
C127-88 ASTM	Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate
C128-93 ASTM	Standard Test Method for S Specific Gravity and Absorption of fine Aggregate
C125-92a ASTM	Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
C136—92 ASTM	Standard Test Method for Sieve Analysis of fine and Coarse Aggregates
	Manual of concrete practice Chapter 4 (proportioning pumpable concrete)
	Manual de inspección del hormigón Capítulo 6 – mezclas de hormigón dosificación y concrete.
	Manual of concrete practice standard practice for selecting proportions for normal, heavy weight, and mass concrete (ACI—211.1-91) reported by ACI commitee 211

NOMBRE DISEÑO
EN QUE ELEMENTOS SE PUEDE USAR
 Resistencia a 28 días

DESCRIPCION	DATOS	VOLUMEN	PROPIEDADES DE AGREGADOS					
			MATERIAL	CMs	ABSOLUTA	Peso LIMPIO	HUMEDAD	
TIPO	FORMULARIO							
RESISTENCIA (28 DIAS)	C kg/cm ²		1 1/2"	0,00	0,00	0	0,00	
REVENIMIENTO	C cm		3/4"	0,00	0,00	0	0,00	
A/C	B/C		ARENA	0,00	0,00	0	0,00	
CEMENTO	C kg/m ³	0 litros						
AGUA	C litros	0 litros						
AIRE INCLUIDO	C %	0 litros						
	TOTAL	0 litros						
AGREGADOS	NECESARIA	VOLUMEN	PESO TOTAL		VOLUMEN SUELTO		PERO	
1 1/2" (TAJO PELON)	C %	0 litros	0 kg	0,000 m ³	0,00			
3/4" (TAJO PELON)	C %	0 litros	0 kg	0,000 m ³	0,00			
ARENA TAJO PELON	C %	0 litros	0 kg	0,000 m ³	0,00			
DOSEIFICACIONES								
MATERIAL	BAJADA DE							
CEMENTO	C kg							
AGUA	C litros							
ADITIVO	C cc/kg							
ADITIVO	C cc/kg							
ADITIVO	C cc/kg							
1 1/2" (TAJO PELON)	C kg							
3/4" (TAJO PELON)	C kg							
ARENA TAJO PELON	C kg							

DISEÑO 210-13A
CONSTRUCCION GENERAL.
210 kg/cm² a los 28 días
ARENA TAJO PELON

DESCRIPCION	DATOS	VOLUMEN	PROPIEDADES DE AGREGADOS				
			MATERIAL	UBS	ADSORCION	Peso UNITARIO	HUMEDAD
TIPC	BOMBEABLE						
RESISTENCIA (28 DIAS)	210 kg/cm ²		1 1/2"	2,54	1,24	1298	0,00
REVENIMIENTO	15 - 18 cm		3/4"	2,53	1,57	1298	0,00
A/C	0,60		ARENA	2,28	4,65	1320	0,00
CEMENTO	310 kg/m ³	98 litros					
AGUA	186 litros	186 litros					
AIRE INCLUIDO	1 %	10 litros					
	TOTAL	294 litros					
ASREGADOS	PORCENTAJE	VOLUMEN	PESO TOTAL	VOLUMEN SUELTO	PIES 3		
1 1/2" (TAJO PELON)	20 %	141 litros	358 kg	0,280 m ³	9,90		
3/4" (TAJO PELON)	30 %	212 litros	536 kg	0,413 m ³	14,56		
ARENA TAJO PELON	50 %	553 litros	804 kg	0,605 m ³	21,51		
DOSIFICACIONES							
MATERIAL	BATIDA DE 1 m ²						
CEMENTO	310 kg						
AGUA	186 litros						
FESTEGLATH 1600	6 cc/kg						
HIDROLOX	0 cc/kg						
PDA-25R	0 cc/kg						
1 1/2" (TAJO PELON)	358 kg						
3/4" (TAJO PELON)	536 kg						
ARENA TAJO PELON	804 kg						

**ANEXO 6:
INFORMACION TECNICA DE ESMALTE DE POLIURETANO APLICADO A LA
ESTRUCTURA**



INFORMACION TECNICA

TRANSURETHANE FINISH 3.44
Esmalte de Poliuretano
Comp. A: 513-80344-000
Comp. B: 513-80344-999

INFORMACION SOBRE EL PRODUCTO																																					
DESCRIPCION DE PRODUCTO	USOS RECOMENDADOS																																				
<p>Recubrimiento bicomponente de poliuretano alifático que brinda un acabado brillante</p> <p>Propiedades</p> <ul style="list-style-type: none"> •Curado por reacción química •Excelente resistencia a la interperie •Gran dureza •Alto Brillo •Excelente adherencia •Excelente resistencia química 	<p>Especialmente diseñado para ser utilizado en barcos por encima de la línea de flotación, máquinas industriales y cualquier superficie metálica que se encuentre en ambientes marinos o industriales severos.</p> <p>Además puede ser utilizado en pisos industriales de concreto, siempre y cuando se utilice el primario adecuado.</p>																																				
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO																																					
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Color</td> <td>Según cartilla Ral</td> </tr> <tr> <td>Acabado</td> <td>Brillante</td> </tr> <tr> <td>Sólidos por volumen</td> <td>51% ± 1</td> </tr> <tr> <td>Espesor seco recom.</td> <td>1.5 a 3 mils</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Teórico</td> <td>76 m²/gl(1 mils)</td> </tr> <tr> <td>Peso x galón (Kg)</td> <td>4.68 4.88</td> </tr> <tr> <td>Temp. máx. de desempeño</td> <td>120°C</td> </tr> <tr> <td>Vida útil en stock</td> <td>Comp.A: 24 meses Comp.B: 12 meses</td> </tr> <tr> <td>Visc. Stormer Krebs (KU)</td> <td>80 90</td> </tr> <tr> <td>Vida útil de la mezcla</td> <td>6 hrs (20°C)</td> </tr> <tr> <td>Sólidos por Peso</td> <td>63% ± 1</td> </tr> <tr> <td>VOC (gramos / Litro)</td> <td>446</td> </tr> </table> <p>Condiciones de almacenamiento Entre 20°C y 30°C en un lugar seco y ventilado. El envase debe permanecer cerrado.</p>	Color	Según cartilla Ral	Acabado	Brillante	Sólidos por volumen	51% ± 1	Espesor seco recom.	1.5 a 3 mils	Rendimiento Teórico	76 m ² /gl(1 mils)	Peso x galón (Kg)	4.68 4.88	Temp. máx. de desempeño	120°C	Vida útil en stock	Comp.A: 24 meses Comp.B: 12 meses	Visc. Stormer Krebs (KU)	80 90	Vida útil de la mezcla	6 hrs (20°C)	Sólidos por Peso	63% ± 1	VOC (gramos / Litro)	446	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Comp. A:</td> <td>513-80344-000</td> </tr> <tr> <td>Comp. B:</td> <td>513-80344-999</td> </tr> </table> <p>Relación de Mezcla en volumen: 3 (A): 1 (B)</p> <p>Tiempo de inducción: No requiere</p> <p>TIEMPO DE SECADO (20 °C)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Tacto</td> <td>3 hrs</td> </tr> <tr> <td>Repintado Mínimo</td> <td>6 hrs</td> </tr> <tr> <td>Repintado Máximo</td> <td>24 hrs</td> </tr> <tr> <td>Curado Total</td> <td>7 días</td> </tr> </table> <p>Diluyente recomendado Transocean Poliurethane Thinner 6.04 (513-80604-900)</p> <p>Proporción de dilución 30 % max. en Vol</p> <p>Los tiempos de secado están basados en condiciones normales de aplicación, temperatura, espesor de película y dilución. Cuando alguno de estos factores sufren algún cambio, se deben tomar medidas específicas. Cuando es necesario aplicar una segunda mano, o bien aplicar la capa siguiente del esquema de pintado, observar los tiempos de secado indicados.</p>	Comp. A:	513-80344-000	Comp. B:	513-80344-999	Tacto	3 hrs	Repintado Mínimo	6 hrs	Repintado Máximo	24 hrs	Curado Total	7 días
Color	Según cartilla Ral																																				
Acabado	Brillante																																				
Sólidos por volumen	51% ± 1																																				
Espesor seco recom.	1.5 a 3 mils																																				
Rendimiento Teórico	76 m ² /gl(1 mils)																																				
Peso x galón (Kg)	4.68 4.88																																				
Temp. máx. de desempeño	120°C																																				
Vida útil en stock	Comp.A: 24 meses Comp.B: 12 meses																																				
Visc. Stormer Krebs (KU)	80 90																																				
Vida útil de la mezcla	6 hrs (20°C)																																				
Sólidos por Peso	63% ± 1																																				
VOC (gramos / Litro)	446																																				
Comp. A:	513-80344-000																																				
Comp. B:	513-80344-999																																				
Tacto	3 hrs																																				
Repintado Mínimo	6 hrs																																				
Repintado Máximo	24 hrs																																				
Curado Total	7 días																																				

La información suministrada es una guía de referencia del producto evaluado a nuestro leal saber y entender. Es responsabilidad del cliente hacer sus pruebas para comprobar la idoneidad del producto en sus aplicaciones particulares. SUR QUIMICA, S.A. se reserva el derecho de modificar dicha información en el momento que considere pertinente.

**ANEXO 6:
INFORMACION TECNICA DE PRIMARIO EPOXICO ORGANICO DE ZINC**



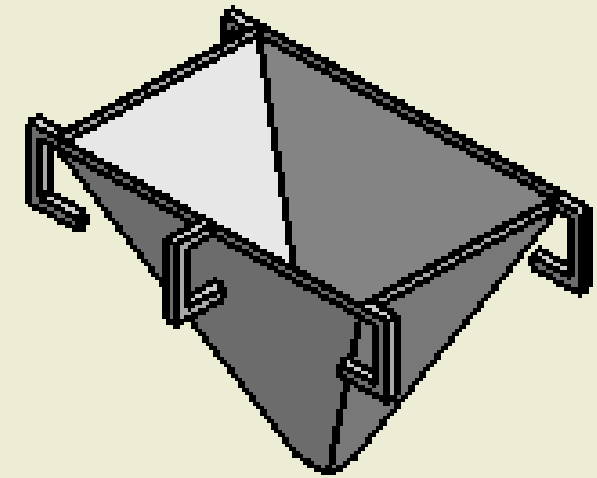
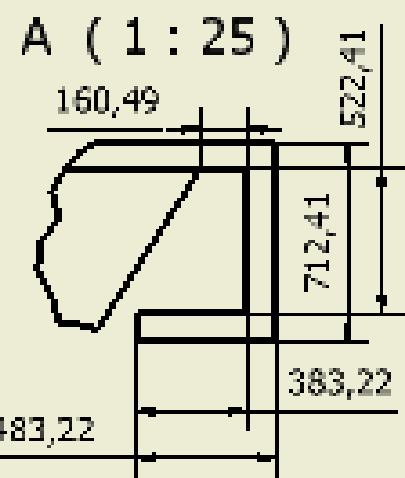
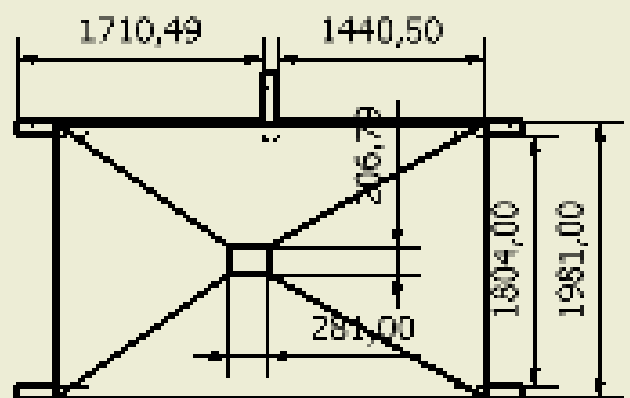
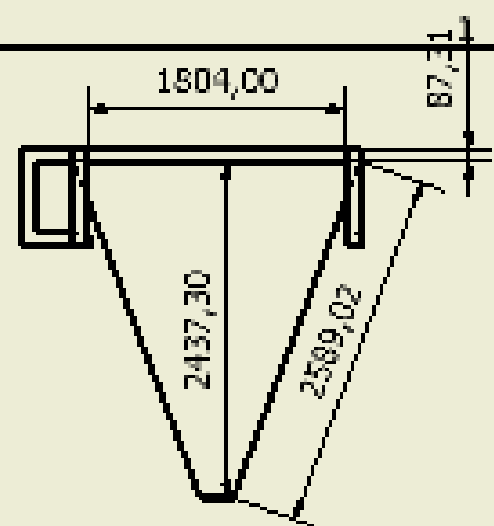
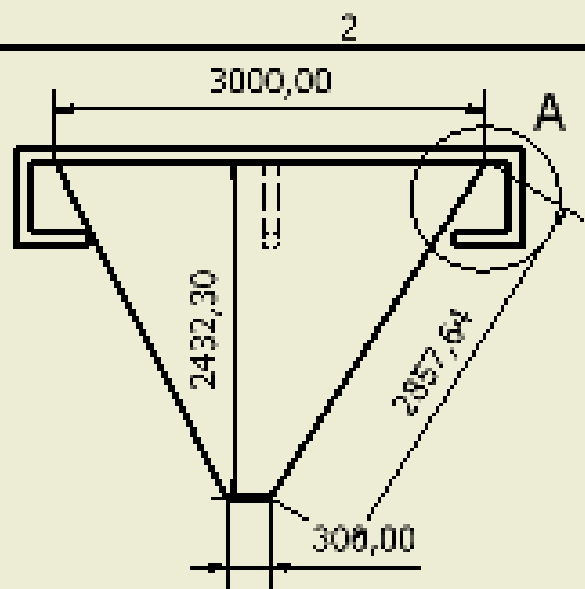
INFORMACION TECNICA

TRANSOZINC EPOXY PRIMER 8.59
Primario epóxico orgánico de Zinc
Comp. A: 513-80859-720
Comp. B: 513-80859-999

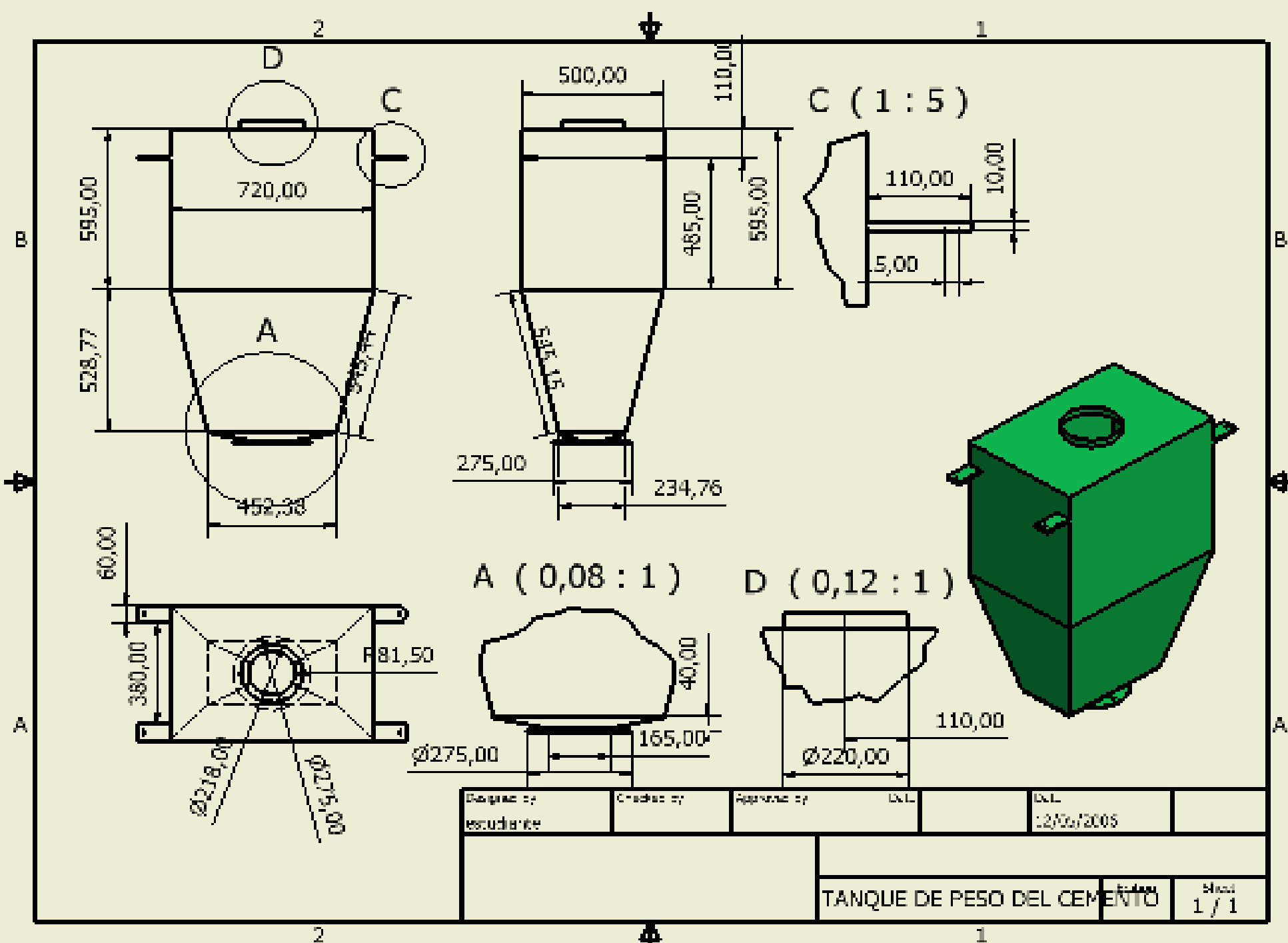
INFORMACION SOBRE EL PRODUCTO																																																	
DESCRIPCION DE PRODUCTO	USOS RECOMENDADOS																																																
<p>Primario orgánico de zinc con propiedades características del galvanizado.</p> <p>Propiedades</p> <ul style="list-style-type: none"> •Excelente protección anticorrosiva •Alta resistencia química •Rápido secado •Especial para ambiente severo •Cumple con SSPC #20 	<p>Transozinc Epoxy Primer está formulado para ser usado como base anticorrosiva de alto desempeño en superficies de acero al carbón, como estructuras, paredes de tanques y maquinaria.</p> <p>Es recomendado para ambientes industriales severos y para superficies que permanecerán en condiciones de inmersión constante. Puede ser recubierto con todo tipo de acabados.</p>																																																
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO																																																	
<table border="0"> <tr> <td>Color</td> <td>Gris</td> </tr> <tr> <td>Acabado</td> <td>Mate</td> </tr> <tr> <td>Sólidos por volumen</td> <td>69% ± 1</td> </tr> <tr> <td>Espesor seco recom.</td> <td>3 mils</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Teórico</td> <td>103 m²/gl(1 mils)</td> </tr> <tr> <td>Peso x galón (Kg)</td> <td>11.8</td> </tr> <tr> <td>Temp. máx. de desempeño</td> <td>120°C</td> </tr> <tr> <td>Vida útil en stock</td> <td>Comp.A: 12 meses Comp.B: 12 meses</td> </tr> <tr> <td>Vida útil de la mezcla</td> <td>12 hrs (20°C)</td> </tr> <tr> <td>Sólidos por Peso de mezcla</td> <td>87% ± 1</td> </tr> <tr> <td>VOC (gramos / Litro)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Condiciones de almacenamiento</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Entre 20°C y 30°C en un lugar seco y ventilado. El envase debe permanecer cerrado.</td> </tr> </table>	Color	Gris	Acabado	Mate	Sólidos por volumen	69% ± 1	Espesor seco recom.	3 mils	Rendimiento Teórico	103 m ² /gl(1 mils)	Peso x galón (Kg)	11.8	Temp. máx. de desempeño	120°C	Vida útil en stock	Comp.A: 12 meses Comp.B: 12 meses	Vida útil de la mezcla	12 hrs (20°C)	Sólidos por Peso de mezcla	87% ± 1	VOC (gramos / Litro)		Condiciones de almacenamiento		Entre 20°C y 30°C en un lugar seco y ventilado. El envase debe permanecer cerrado.		<table border="0"> <tr> <td>Comp. A:</td> <td>513-80859-720</td> </tr> <tr> <td>Comp. B:</td> <td>513-80859-999</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Relación de Mezcla en volumen: 4(A): 1 (B)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tiempo de inducción: 20 min.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TIEMPO DE SECADO (20 °C)</td> </tr> <tr> <td>Tacto</td> <td>1.5 hrs</td> </tr> <tr> <td>Repintado Mínimo</td> <td>4 hrs</td> </tr> <tr> <td>Repintado Máximo</td> <td>24 hrs</td> </tr> <tr> <td>Curado Total</td> <td>7 días</td> </tr> <tr> <td>Diluyente recomendado</td> <td>Transocean Epoxy Thinner 6.03 (513-80603-900)</td> </tr> <tr> <td>Proporción de dilución</td> <td>25 % max. en Vol</td> </tr> </table> <p>Los tiempos de secado están basados en condiciones normales de aplicación, temperatura, espesor de película y dilución. Cuando alguno de estos factores sufren algún cambio, se deben tomar medidas específicas. Cuando es necesario aplicar una segunda mano, o bien aplicar la capa siguiente del esquema de pintado, observar los tiempos de secado indicados.</p>	Comp. A:	513-80859-720	Comp. B:	513-80859-999	Relación de Mezcla en volumen: 4(A): 1 (B)		Tiempo de inducción: 20 min.		TIEMPO DE SECADO (20 °C)		Tacto	1.5 hrs	Repintado Mínimo	4 hrs	Repintado Máximo	24 hrs	Curado Total	7 días	Diluyente recomendado	Transocean Epoxy Thinner 6.03 (513-80603-900)	Proporción de dilución	25 % max. en Vol
Color	Gris																																																
Acabado	Mate																																																
Sólidos por volumen	69% ± 1																																																
Espesor seco recom.	3 mils																																																
Rendimiento Teórico	103 m ² /gl(1 mils)																																																
Peso x galón (Kg)	11.8																																																
Temp. máx. de desempeño	120°C																																																
Vida útil en stock	Comp.A: 12 meses Comp.B: 12 meses																																																
Vida útil de la mezcla	12 hrs (20°C)																																																
Sólidos por Peso de mezcla	87% ± 1																																																
VOC (gramos / Litro)																																																	
Condiciones de almacenamiento																																																	
Entre 20°C y 30°C en un lugar seco y ventilado. El envase debe permanecer cerrado.																																																	
Comp. A:	513-80859-720																																																
Comp. B:	513-80859-999																																																
Relación de Mezcla en volumen: 4(A): 1 (B)																																																	
Tiempo de inducción: 20 min.																																																	
TIEMPO DE SECADO (20 °C)																																																	
Tacto	1.5 hrs																																																
Repintado Mínimo	4 hrs																																																
Repintado Máximo	24 hrs																																																
Curado Total	7 días																																																
Diluyente recomendado	Transocean Epoxy Thinner 6.03 (513-80603-900)																																																
Proporción de dilución	25 % max. en Vol																																																

La información suministrada es una guía de referencia del producto evaluado a nuestro leal saber y entender. Es responsabilidad del cliente hacer sus pruebas para comprobar la idoneidad del producto en sus aplicaciones particulares. SUR QUIMICA, S.A. se reserva el derecho de modificar dicha información en el momento que considere pertinente.

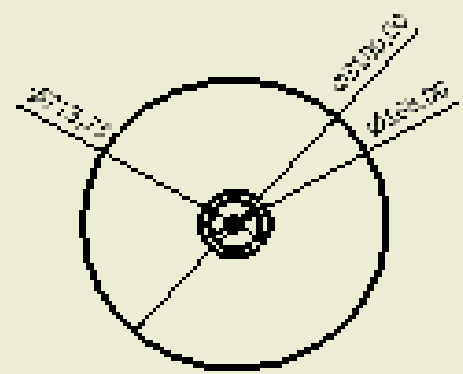
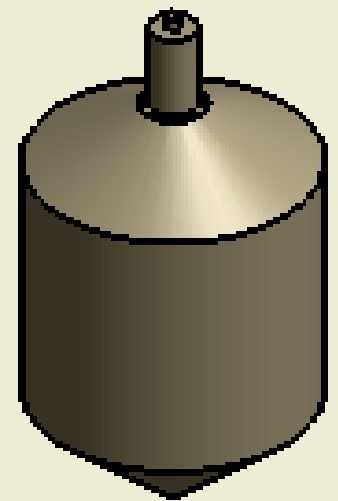
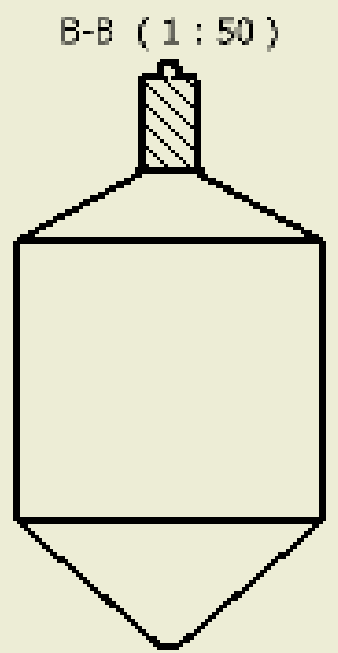
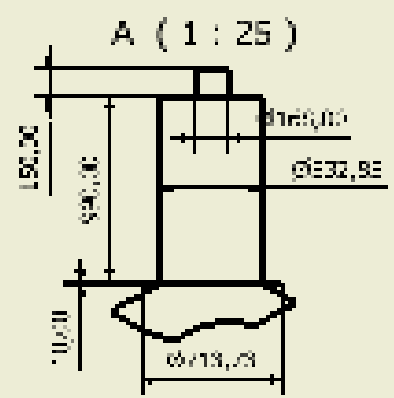
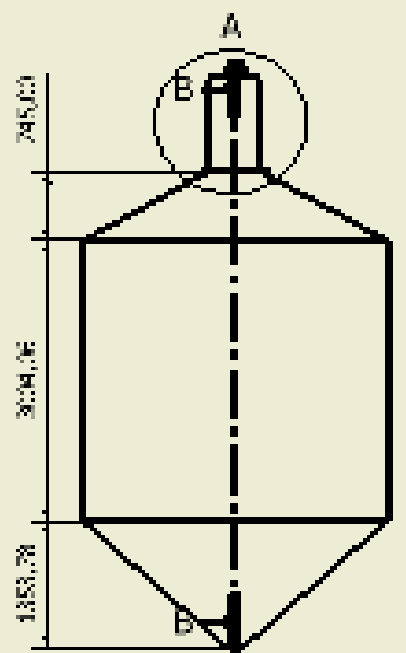
APÉNDICES



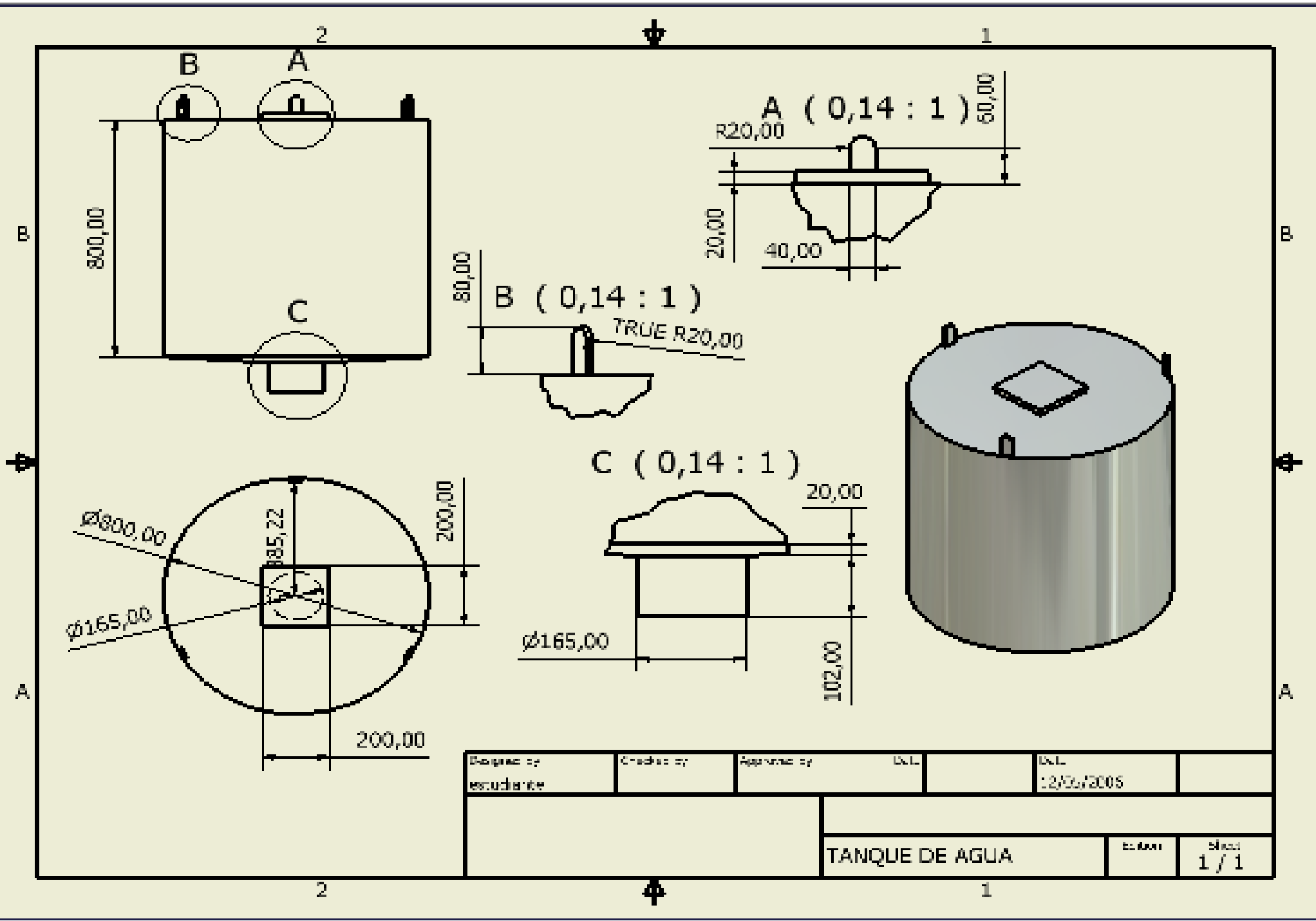
Designed by escudance	Checked by	Approved by	D.L.	D.L.	12/06/2005
TOLVA				Scale	Sheet 1 / 1



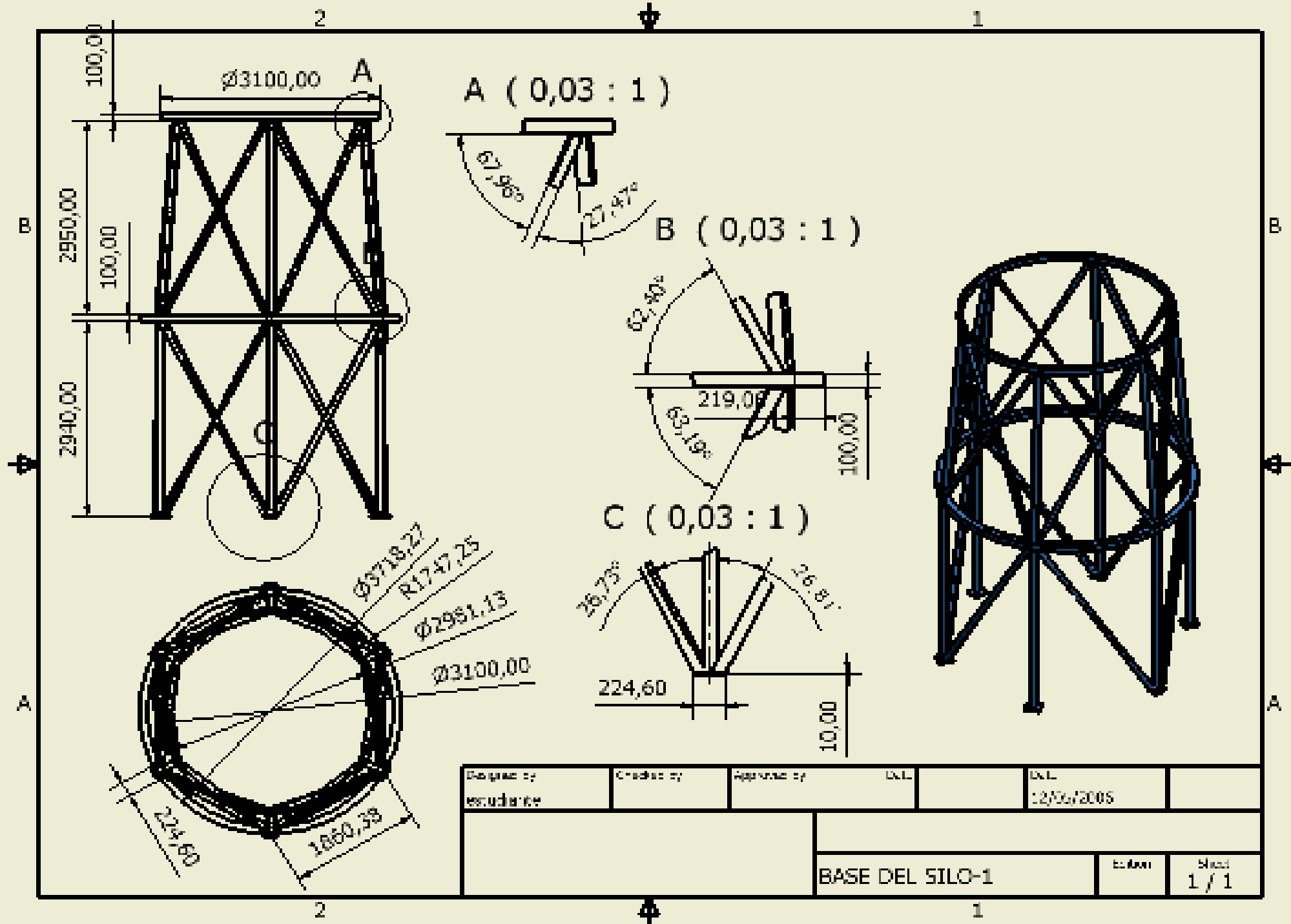
Designed by escudante	Checked by	Approved by	D.L.	D.L.	12/06/2008
			TANQUE DE PESO DEL CEMENTO		
			Sheet		1 / 1



PROJETO	DESIGNADO	REVISADO	DATA	ESCALA	1:1
AUTOR			SISTEMA DE DIMENSÃO 1		
TÍTULO			1/1		



Designed by estudiante	Checked by	Approved by	D.L.	D.L.
			12/06/2005	
TANQUE DE AGUA				Sheet 1 / 1



Designed by esudance	Checked by	Approved by	D.L.	D.L.	12/06/2005
			BASE DEL SILO-1		
			Edición	Hoja 1 / 1	

