

UNIVERSIDAD NACIONAL
“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”



“FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA”
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Metalúrgica

TITULO

**“LÁMINAS DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE Y SU INFLUENCIA EN LA
CONSTRUCCION DE TUNELES POR EL MÉTODO TUNNEL LINER. DISTRITO,
HUACHO, HUAURA-2018”.**

TESIS

Para optar el Título de Ingeniero Metalúrgico

AUTOR:

MORALES CASTILLO, Eduardo Víctor

ASESOR:

M(o). **IPANAQUE ROÑA, Juan Manuel**

CIP 66303

Huacho – Perú

2018

JURADO

“LAMINAS DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE Y SU INFLUENCIA EN LA
COSTRUCCION DE TUNELES POR EL METODO TUNNEL LINER DISTRITO HUACHO,
HUAURA-2018”.

.....
Dr. Ruiz Sánchez, Berardo Beder

PRESIDENTE

.....
M(o) Rodríguez Espinoza, Ronald Fernando

SECRETARIO

.....
M(o) Abarca Rodríguez, Joaquín José

VOCAL

.....
M(o) Ipanaque Roña, Juan Manuel

ASESOR

DEDICATORIA

DEDICO ESTA TESIS

A

PAPA;

Porque Siempre Aspiro y me enseñó a Ser Grande.

A

MAMA;

Por esa Fuerza, para Sobreponerse ante la Adversidad.

AGRADECIMIENTO:

A MIS HIJOS;

Por sus Consejos y Comprensión.

A MI COYTO;

Por su Fe, Apoyo y Paciencia sin ella esto no hubiera sido Posible.

INDICE GENERAL

JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO:	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLA	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	1
1.1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	2
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO.	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	4
1.4.1 JUSTIFICACION TECNICA	4
1.4.2 JUSTIFICACION SOCIAL.....	6
1.4.3 JUSTIFICACION ECONOMICA	6
1.4.4 JUSTIFICACION ECOLÓGICA	6
1.5 DELIMITACION DEL ESTUDIO.....	7

1.5.1	DELIMITACION TERRITORIAL	7
1.5.2	DELIMITACION TIEMPO Y ESPACIO	7
1.5.3	DELIMITACION DE RECURSOS.....	7
1.6	VIABILIDAD DEL ESTUDIO	7
CAPITULO II		9
MARCO TEORICO		9
2.1	ANTECEDENTES RELACIONADOS CON LA INVESTIGACION.....	9
2.1.1	NACIONAL.....	10
2.1.2	INTERNACIONAL.....	13
2.1.3	OTRAS PUBLICACIONES.....	15
2.2	BASES TEORICAS	18
2.2.1	PLACAS DE ACERO	18
2.2.2	LAMINAS DE ACERO.....	20
2.2.3	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ACERO CORRUGADOS.....	22
2.2.4	ESTÁNDARES DE LAS LAMINAS DE ACERO.....	24
2.2.5	NORMATIVIDAD DEL ACERO GALVANIZADO	24
2.2.6	NORMAS TÉCNICAS (GALVANIZADO).....	25
2.2.7	FABRICACION DE LAS LAMINAS DE ACERO.....	25
2.2.8	GALVANIZADO EN CALIENTE.	26
2.2.9	PROCESO DEL GALVANIZADO EN CALIENTE.....	28
2.2.10	GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE	28
2.2.11	TUNEL “METODO TUNEL LINER”	29
2.2.12	LAMINAS DE ACERO –TUNNEL LINER.....	30
2.2.13	NORMAS DE DISEÑO DEL TUNNEL LINER.....	31
2.2.14	NORMAS DE DISEÑO INTERNACIONALES.....	32
2.2.15	CONSTRUCCION DEL TUNEL LINER.....	33
2.2.16	ASPECTOS GENERALES EN UN PROYECTO DE TUNNEL LINER.....	37
2.3	DEFINICIONES DE TERMINOS BASICOS.....	38
2.3.1	CHAPAS DE ACERO:.....	38
2.3.2	TUNNEL LINER:.....	38

2.3.3	SISTEMA DUPLEX:.....	38
2.3.4	AASHTO:	38
2.3.5	ASTM:	38
2.3.6	LRFD:	38
2.3.7	LAMINAS DE ACERO CORRUGADOS:.....	38
2.3.8	ABNT:.....	38
2.3.9	ASTM 36:	38
2.3.10	NORMA ASTM A123 (AISI).	38
2.3.11	HIERRO FUNDIDO:.....	38
2.3.12	HIERRO MALEABLE:.....	38
2.3.13	ACERO FUNDIDO:	39
2.3.14	ZINCADO:.....	39
2.3.15	L.A.C.:.....	39
2.3.16	L.A.F.	39
2.3.17	ACEROS ESTRUCTURALES:	39
2.3.18	CONTROL DE CALIDAD:	39
2.3.19	GEORADAR o GPR. :.....	39
2.3.20	PIQUE:.....	39
2.3.21	P.S.I. :.....	39
2.3.22	GROUTING:.....	39
2.3.23	TORQUEO:	39
2.3.24	CARGAS DE DISEÑO:	40
2.3.25	NORMA UNE-ENISO 1461:	40
2.3.26	NORMA UNE –EN ISO 14713 -2:	40
2.3.27	LAMINAS DE ACERO:	40
2.3.28	GALVANIZADO EN CALIENTE:	40
2.3.29	GALVANIZADO EN FRIO:.....	40
2.3.30	NORMA ISO 9001:	40
2.3.31	NORMA ISO 14001:	40
2.3.32	NORMA OHSAS 18001:.....	40
2.3.33	CESMEC S.A. :	40

2.3.34	CALIDDA:.....	41
2.3.35	CLORUROS:	41
2.3.36	SULFUROS:	41
2.3.37	TUPEMESA:	41
2.3.38	N.T.C. 1919:.....	41
2.3.39	N.T.C. 2150:.....	41
2.3.40	N.T.C. 3237. :.....	41
2.3.41	N.T.C. 3238. :.....	41
2.3.42	N.T.C. 3240:.....	41
2.3.43	N.T.C. 3241:.....	41
2.3.44	N.T.C. 3242:.....	42
2.3.45	N.T.C. 3230:.....	42
2.3.46	N.T.C. 3465:.....	42
2.3.47	N.T.C. 3940:.....	42
2.4	FORMULACION DE A HIPOTESIS.	42
2.4.1	HIPOTESIS GENERAL.	42
2.4.2	HIPOTESIS ESPECÍFICAS.	42
	CAPITULO III.....	44
	METODOLOGIA.....	44
3.1	DISEÑO METODOLOGICO.....	44
3.1.1	TIPO DE INVESTIGACION	44
3.1.2	NIVEL DE INVESTIGACION	44
3.1.3	DISEÑO DE INVESTIGACION.....	44
3.1.4	ENFOQUE DE INVESTIGACION.....	44
3.2	POBLACION Y MUESTRA.....	44
3.2.1	POBLACION.....	44
3.2.2	LA MUESTRA.	44
3.3	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES.....	45
3.4	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACION DE DATOS.....	46
3.4.1	TECNICAS A EMPLEAR.....	46

3.4.2	TECNICA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACION.	46
	CAPITULO IV	47
	DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
4.1	DISCUSIONES	47
4.2	CONCLUSIONES:	47
4.3	RECOMENDACIONES:	48
	CAPITULO V	49
	FUENTES DE INFORMACION	49
5.1	FUENTES BIBLIOGRAFICAS	49
	BIBLIOGRAFÍA	49
5.2	FUENTES ELECTRONICAS	52
	ANEXO	53
	CALCULOS.	54
	MATRIZ DE CONSISTENCIA.	64
	FOTOS. 66	

INDICE DE TABLA

Tabla 1 : Cuadro Estadístico 2016 _____	5
Tabla 2: Cuadro Estadístico 2017 _____	5
Tabla 3 : Delimitación del Estudio. _____	7
Tabla 4 : Normas técnicas internacionales de galvanizado _____	25
Tabla 5: información general del Zinc _____	27
Tabla 6 : Operacionalizacion de variables e indicadores _____	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : lamina de Acero Tunnel Liner _____	19
Figura 2 : Lamina de Acero Tunnel Liner. _____	21
Figura 3: Láminas de Acero Tunnel Liner. _____	23
Figura 4: Ensamblado de Tunnel Liner Pique _____	23
Figura 5: Proceso de Laminación. _____	26
Figura 6: Objetivos del galvanizado. _____	29
Figura 7: Excavación y ensamblado del Túnel Liner Vertical (Pique de entrada). _____	34
Figura 8: Excavación y Ensamblado de Tunel Liner Horizontal _____	35

RESUMEN

Como es bien sabido, la población a nivel Mundial, crece cada día de una manera extraordinaria, por lo que es importante que los profesionales de los diferentes rubros hagan su aporte sobre el tema. En este caso específico de la ingeniería Metalúrgica, la investigación es referida a “LAMINAS DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE Y SU INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCION DE TUNELES POR EL MÉTODO TUNNEL LINER , DISTRITO HUACHO , HUAURA -2018”, Por lo cual me dirijo a tres objetivos muy importantes ;

- Influencia en la Resistencia Estructural.
- Influencia respecto a la Corrosión.
- Influencia con respecto a la Simplicidad de Maniobras.

El Tunnel Liner es un sistema moderno en nuestro País que consiste en la excavación de túneles normalmente a una profundidad de diez metros y usando radios menores que los túneles convencionales.

Además esta técnica evita la excavación de zanjas a tajo abierto y para ello contempla en su proceso constructivo el uso de Láminas de acero negro simple y otros que pueden ser Galvanizado. Y el Galvanizado puede ser en Caliente por Inmersión y también se estila el Galvanizado en Frio Todo dependiendo de los sectores a donde se piensa utilizar, y para qué actividad se requiere. Esta evaluación se realiza de acuerdo a un estudio preliminar. En el presente estudio se tomó en cuenta “las Láminas de Acero Galvanizado en Caliente”. Y para ello se investigó en diferentes Tesis, Manuales, Normas Técnicas, Guías Técnicas, Expedientes Técnicos, Revistas Científicas Especializadas entrevistas a profesionales y otros.

Llegándose a la siguientes Conclusiones:

- Primero; Es muy acentuada la influencia positiva que tiene las láminas de Acero Galvanizado en caliente en lo que concierne a la Resistencia estructural.
- Segundo; Las Láminas de Acero Galvanizado en Caliente son una protección efectiva que tiene una influencia positiva ante la Corrosión.
- Tercero; El grado de maniobrabilidad de las láminas de Acero Galvanizado en Caliente tiene una Influencia Positiva en el Proceso constructivo.

Palabras Clave: Método Túnel Liner, Láminas de Acero Galvanizado en Caliente y Construcción en Túneles.

ABSTRACT

As is well known, the population worldwide, grows every day in an extraordinary way, so it is important that professionals from different areas make their contribution on the subject.

In this specific case of Metallurgical engineering, the research is referred to “HOT GALVANIZED STEEL SHEETS AND THEIR INFLUENCE IN THE CONSTRUCTION OF TUNNELS BY THE METHOD TUNNEL LINER, HUACHO DISTRICT, HUAURA-2018”, for which I address three very import goals;

- Influence on Structural Resistance.
- Influence with respect to Corrosion.
- Influence with respect to Simplicity of Maneuvers.

The Tunnel Liner is a modern system in our country that consists in the exaction of tunnels normally at a depth of ten meters and using radios smaller than conventional tunnels. In addition this technique avoids the excavation of trenches to open pit and for it contemplate in its constructive process the use of sheets of simple black steel and others that can be galvanized. And the galvanized can be in Hot by Immersion and also galvanized in Cold All depending on the sectors were you plan to use, and for what activity is required. This evaluation is made according to a preliminary study. In the present study, the “Hot Galvanized Steel Sheets” were taken into account. And for this purpose, different Theses, Manuals, Technical Standards, Technical Files, Specialized Scientific Journals, interviews with professionals and others were investigated. Arriving at the following Conclusions:

- First; the positive influence of Hot Galvanized Steel Sheets with regard to structural Strength is very pronounced.
- Second; Hot Galvanized Steel Sheets are an effective protection that has a positive influence on Corrosion.
- Third; the degree of maneuverability of Hot Galvanized Steel sheets has a Positive Influence on the construction process.

Key Words: Method Tunnel Liner, Galvanized Steel Sheets in Hot and Construction in Tunnels.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA

1.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Desde los tiempos más remotos se sabe y acepta que el acero es un gran aporte a la humanidad. Sin embargo los especialistas han tenido que ir innovando hasta llegar a un punto de que es un material imprescindible para cualquier actividad en la actualidad. El acero y los metales en si son afectados por diferentes factores.

“La idoneidad del procedimiento de ensayos propuestos para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los sistemas de protección dúplex.” (Cutipa M, 2014).

Usando procedimientos y ensayos científicos Cutipa, apuesta por el sistema de protección Dúplex ante los medios hostiles, los lugares húmedos y con alto contenido de cloruros y sulfatos, una lámina de acero galvanizado utilizada en estos medios será afectada por la corrosión que es uno de los problemas específicos de esta investigación.

Según Cutipa, cualquier estructura metálica que se encuentre en ambientes marinos o industriales debe ser protegida con más de una técnica (galvanizado y pintado). Para esta evaluación se propone utilizar el acero galvanizado en frio y en caliente , basado en sus ensayos , sostiene que las estructuras metálicas que se encuentren cerca de ambientes marinos es necesario optar por utilizar varios tipos de protección galvanizada tanto en frio como en caliente .y muy aparte debería de ser pintado . Por otro lado (Rodriguez, 2001) , sostiene que un factor importante a tener en cuenta para combatir la destrucción de las estructuras metálicas es el tiempo de exposición, el cual repercute, en la velocidad del deterioro.

“la velocidad de la corrosión de las muestras de zinc expuestas a la atmosfera de las islas de la provincia de santa cruz de Tenerife, está relacionada con el tiempo de exposición mediante una ley de tipo logarítmica” (Rodriguez, 2001) .

Mientras Rodríguez confirma que la exposición a climas hostiles apresura la corrosión del metal , Cutipa recomienda el sistema de protección Dúplex , por otro lado Issotta, después de una serie de ensayos y cálculos determina que es necesario , la utilización de dos tipos de túneles para dos tipos de suelos y con características diferentes , uno eminentemente rocoso y en el que se harían voladuras y el otro con excavación manual , en suelo limoso para realizar un Tunnel Liner y luego concluir con un túnel cementado definitivo.

“la metodología seleccionada en este caso para la construcción del túnel de conducción de agua de mar, es realizar la excavación proveyendo un soporte provisorio al suelo excavado mediante la utilización del sistema del Tunnel Liner...” (Issotta, 2013).

Es necesario puntualizar que el empleo de las láminas de acero galvanizado es la pieza fundamental del Tunnel Liner.

1.1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El problema se centraliza en investigar con respecto a las láminas de acero galvanizado en caliente y su influencia en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner, dicho método Tunnel Liner es un gran avance tecnológico en la construcción de Túneles de diámetros pequeños y medianos . Y que hoy se aplican en diferentes partes del mundo, sobre todo en zonas urbanas donde no es posible realizar zanjas a tajo abierto, debido al malestar social y ecológico que dicha actividad trae como consecuencia.

El método Tunnel Liner en el Perú no es una actividad muy conocida y consiste en la excavación sin la apertura de zanja a tajo abierto, es por ello que es un método no destructivo, muy usado en la ingeniería en general ,tanto en sectores urbanos como en sectores rurales , la influencia de las láminas de acero en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner es muy importante , porque esta técnica consiste en el ensamblaje manual y sistemático de láminas de acero circulares metálicas , flexibles unidas por pernos , se van uniendo pieza por pieza en forma alternada hasta formar un anillo luego otro y así llegar a conformar un túnel.

Es así que, tendrá que evaluar la influencia con respecto a la resistencia estructural, protección ante la corrosión y la simplicidad de su uso.

El manejo de las láminas de acero de acero galvanizado en caliente en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner, es sumamente importante, debido a que se trabaja en condiciones reducidas de espacio confinado.

El autor del mencionado Plan de Tesis llevo a cabo una investigación de campo y gabinete el trabajo de gabinete fue una ardua tarea de recopilación e información científica debidamente sustentada en el campo y diversas Bibliotecas y Repositorios de universidades a nivel Nacional e Internacional, un elemento importante en este estudio es el apoyarse en el Internet (google académico, Alicia CONCYTEC, Etc.).

Por otro lado el tesista también adquirió cierta información en el trabajo de campo realizado en la Construcción de Tunnel Liner que se realizó en los meses de Agosto, setiembre, octubre Noviembre Diciembre del año 2018. Como colaborador en el proyecto: ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.A.-PERFORACIONES PERU SAC (2018) OBRA TUNEL LINER –“LINEA DE TRANSMISION 60 Kv INTEGRAL SET CHAVARRIA- SET IZAGUIRRE”.

Es preciso mencionar que la investigación también abarco el uso de revistas especializadas en el tema, Revistas científicas, información televisiva como entrevista a profesionales especialistas en la construcción de Tunnel Liner, información digital que aportan detalles a tener como antecedentes que sustenten la influencia de las láminas de acero galvanizado en caliente en la construcción de los Túneles por el método Tunnel Liner.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018.?

1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO.

- ¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en la resistencia estructural ante las cargas vivas y o muertas en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018?
- ¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con respecto a la protección contra la corrosión en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner distrito Huacho, Huaura -2018?

- ¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con respecto a la simplicidad de maniobra en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018.?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- ¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado influyen en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner, Distrito Huacho, Huaura -2018.?

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- ¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en resistencia estructural ante las cargas en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner, distrito de Huacho, Huaura -2018?
- ¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado en caliente Influyen con respecto a la corrosión en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner, Distrito Huacho, Huaura -2018?
- ¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con respecto a la simplicidad de maniobra en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner, Distrito Huacho, Huaura -2018?

1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

1.4.1 JUSTIFICACION TECNICA

El tesista considera la investigación como un aporte muy importante en la solución de sistema de servicios básicos ejecutados de manera tradicional, que ya no tiene vigencia, algunos ya se encuentran en estado de colapso, y otros colapsaran a corto plazo.

Por ejemplo, en el ámbito urbano hoy en día los sistemas de la gran cantidad de servicios básicos han sido ejecutados mediante zanjas a tajo abierto a bajo nivel de profundidad, colocando en ella tuberías de CSN o PVC de diámetros bastante reducidos para la época, ya que hoy en día el

crecimiento poblacional es inminente en la provincia de Huaura (compendio estadístico lima provincia 2017 elaborado por el INEI pag. 27). Por ello es que el sistema no destructivo del Tunnel Liner es en estos momentos, el sistema más utilizado en los países de mayor desarrollo tecnológico y con menor crecimiento poblacional. Ya en países Europeos y de Norteamérica, su uso data, hace muchos años y en algunos casos específicos como en saneamiento básico de alcantarillado y agua potable, conducción de líneas eléctricas, conducción de fibra óptica, conducción de líneas de gas, etc.

Las láminas de acero galvanizado en caliente cumplen una función muy relevante, que inducen a satisfacer muy cómodamente los servicios básicos sin ningún perjuicio. El distrito de huacho es una ciudad próspera y con una gran cantidad de habitantes con crecimiento sostenido año tras año. Debido a este crecimiento que no va de acorde a los avances científicos y tecnológicos aplicados en el mundo actual. Según el compendio estadístico región lima 2016 elaborado por el INEI.

Tabla 1 : Cuadro Estadístico 2016

AÑO	POBLACION
2013	215,136.00
2014	217,102.00
2015	219,059.00

Fuente: INEI.

Tabla 2: Cuadro Estadístico 2017

AÑO	POBLACION
2016	223,468.00

Fuente: INEI.

Ante un notorio crecimiento demográfico las ciudades no tienen más alternativa que crecer hacia un rumbo científico y tecnológico. Por lo que el presente plan de tesis se sostiene en una investigación científica de carácter explicativo sustentada que servirá para evaluar, analizar y plantear una tesis que brinde el buen uso de las láminas de acero galvanizado en caliente , y que estos sirvan para el desarrollo de métodos y/o técnicas que permitan estar a la par con el crecimiento demográfico y los avances tecnológicos de la época y parte de ello es la de utilizar

bien las láminas de acero galvanizadas en caliente en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner en el distrito de Huacho, Huaura -2018.

1.4.2 JUSTIFICACION SOCIAL

El trabajo de investigación con respecto a la influencia de las láminas de acero galvanizado en caliente en lo que concierne a el aspecto social se lograra debido a que las láminas de acero galvanizados es la pieza básica y fundamental en la construcción de los túneles por el método Tunnel Liner. El uso de las láminas de acero aplicado a los Tunnel Liner permite realizar excavaciones subterráneas en forma manual, evitando así la parte destructiva que significa la excavación a tajo abierto, el cual ocasiona problemas de transitabilidad tanto peatonal como vehicular, lo que genera un gran malestar en la sociedad. La técnica no destructiva del método Tunnel Liner evita el malestar social que nace en los métodos convencionales. Este tipo de trabajos se encuentran parámetros bajo estándares internacionales Aceptados en todo el mundo como la trinorma (ISOO 9001 y OSHA 18001, ISO 14001) EN LA CONSTRUCCION DE Túneles por el método de Tunnel Liner.

1.4.3 JUSTIFICACION ECONOMICA

El estudio permite demostrar que las láminas de acero galvanizado en caliente en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner en el distrito de Huacho, Huaura-2018 apuntan a ser una buena alternativa en términos económicos.

1.4.4 JUSTIFICACION ECOLÓGICA

Porque la presente investigación permitirá explicar, demostrar que las láminas de acero galvanizado en caliente conducirán a reducir los valores de contaminación ambiental en comparación a otros métodos tradicionales, debido a que es una actividad que se basa en el trabajo de excavación manual, ensamblado manual, y como toda construcción de Túneles son debidamente monitoreadas por el estado y aun así cumplir con normas internacionales por ejemplo (ISO 14001).

1.5 DELIMITACION DEL ESTUDIO

1.5.1 DELIMITACION TERRITORIAL

Tabla 3 : Delimitación del Estudio.

DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA :	HUAURA
DISTRITO :	HUACHO
LUGAR :	HUACHO

Fuente: Propia

1.5.2 DELIMITACION TIEMPO Y ESPACIO

Para realizar las investigaciones se hace necesario un tiempo estimado de ocho meses contados desde el mes de Agosto, Setiembre, Octubre, Noviembre Diciembre 2018 , Enero , Febrero , Marzo , Abril , Mayo 2019.

La actividad del estudio de investigación se regirá entre la ciudad de Huacho y la ciudad de Lima respectivamente.

1.5.3 DELIMITACION DE RECURSOS.

En relación al factor presupuesto se actuara con recursos propios del tesista que a su vez se presentara como una limitante en la obtención de información.

En el presente estudio de pregrado se acortan los límites que impidan realizar un trabajo científico y veraz, supliendo la economía de inversión con el estudio detallado del tema en cuestión.

El presente proyecto. Abarca sectores muy marcados donde se reconoce el estudio de gabinete y el estudio de campo en la cual el tesista solo utilizo recursos que tenía a la mano .

1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO

La investigación es viable debido a que la información científica obtenida en algunos caso es de primera orden y en otros casos es de fuentes muy confiables basados en pruebas, ensayos y cálculos realizados por especialista y debidamente comprobado, el estudio está basado en información de tesis e informes científicos , la experiencia in situ del tesista por haber formado parte del equipo

técnico en el proceso constructivo de la obra TUNEL LINER –“LINEA DE TRANSMISION 60 Kv INTEGRAL SET CHAVARRIA -SET IZAGUIRRE ” Ejecutado por ENEL DISTRIBUCIONES PERU SAA - `PERFORACIONES PERU SAC – (2018).

La experiencia en el mundo de este método, nos permite después de una exhaustiva investigación decir; que las láminas de acero galvanizado si determinan una influencia positiva en la construcción de Túneles ,por el método Tunnel Liner

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES RELACIONADOS CON LA INVESTIGACION

En este capítulo se llevó a cabo una recopilación de información de carácter científico.

Dicho estudio tendrá como enfoque específico las variables relacionadas con el tema materia de la presente Tesis. Existe una amplia cantidad de información en el mundo por lo que se ha ido ordenando en forma ascendente para llegar a su mejor entendimiento y posterior análisis. En el extranjero se ha podido encontrar una gran cantidad de material informativo de carácter científico. No tanto así a lo que concierne a la información científica nacional por lo que el tesista tiene que recurrir a apoyarse en otros tipos de material de información como , entrevista de revistas especializadas a profesionales calificados en la construcción de Tunnel Liner en el país , específicamente en la capital del Perú Lima, cabe mencionar que el tema de la investigación de la construcción del Tunnel Liner data de hace muchos años , en el exterior se encontró a uno de los primeros inventores en 1933 y en el ámbito local dicha actividad es relativamente nuevo . La empresa en el Perú con mayor representatividad y fiabilidad en el momento es Tubería Perfiles Metálicos S.A. TUPEMESA. Anteriormente los materiales eran traídos del exterior y todos los proyectos ejecutados en el país fueron ejecutados por personal extranjeros. Ya hoy en día se ha capacitado un grupo reducido de personal peruano que realice labores de ensamblaje de las láminas de acero galvanizado en caliente para la construcción de túneles por el método no destructivo del Tunnel Liner .el mismo que en algunos proyectos trabajan en combinación con el personal extranjero. La búsqueda y el ordenamiento de la Tesis:

- NACIONAL.
- INTERNACIONAL.
- OTRAS PUBLICACIONES.

2.1.1 NACIONAL.

El estudio comprende solucionar un problema técnico existente; mediante las investigaciones y pruebas, estudio realizadas se pretende mejorar el sistema productivo energético de dicho proyecto, para lo cual se requiere la construcción de un tramo de túnel debajo de la carretera Lima Huaraz, considerando en dicho estudio el aumento del diámetro del ducto (Tunnel Liner).

“Alternativa N° 02 obtiene mayor calificación técnica y económica sin embargo, no brinda la debida seguridad en este tipo de trabajo subterráneo, debido a que este túnel tiene una pendiente considerable”. (Estrada Jugo, 2013)

Estrada realiza una serie de estudios con la finalidad de encontrar una solución que beneficie al proyecto en su principal objetivo. Es así que pone en marcha cuatro alternativas principales denominándolas de la siguiente manera:

- Alternativa uno.
- Alternativa dos.
- Alternativa tres.
- Alternativa cuatro.

Por lo que concluye que la alternativa cuatro es la que obtiene la mayor puntuación, por materia de seguridad a los colaboradores.

Sin embargo hace mención a la Alternativa dos como la más adecuada a la solución del proyecto, fundamentándolo por lo que reúne mayor puntaje en materia económica y Técnica. Dicha alternativa consiste en la construcción de un tunnel liner en un tramo del proyecto. No obstante también considera como recomendación el tener en cuenta cierto factor técnico en lo referente a la gradiente del túnel.

Por razones de seguridad, en lo que se refiere a Tunnel Liner Estrada propone que la pendiente máxima no sea mayor a 2%, pues como es de conocimiento general en ingeniería, todo tunnel liner por su característica de diámetro reducido en algunos casos se convierte en espacio confinado.

Y en espacio confinado con una gradiente mayor a 1% la situación se complica en materia de seguridad.

Luego de un arduo trabajo de campo y posterior estudio de laboratorio en los que se comprende: los ensayos y pruebas pertinentes para determinar comportamientos del sistema de protección Dúplex, el autor de la presente tesis en una de sus partes concluye:

“Identificar qué sistema de protección Dúplex es el más óptimo, esto se lograra mediante la elaboración de cuadros costo-desempeño, en el cual podremos determinar de entre todos los sistemas Dúplex propuestos...”. (Cutipa M, 2014) .

Cutipa después de una serie de pruebas de campo en tiempo y espacio ha logrado reunir la información que lo ayuda a determinar que el sistema dúplex (galvanizado y pintado) es el más adecuado para ambiente hostiles, agresivos .También dictamina que el sistema es más económico si consideramos varios elementos a evaluar. Si bien es cierto la inversión inicial en materia económica es alta, cabe mencionar que medido en el tiempo, resulta bastante económica con relación a otros métodos “económicos” que solo brindan una solución momentánea.

Un sistema Dúplex normalmente tiene una vida útil mayor a 30 años en situaciones ambientales bastantes difíciles.

Los estudios del proyecto se ubican en el distrito de Cutervo provincia de Cutervo y departamento de Cajamarca. Este lugar se encuentra en una especie de hoyada cercada por cotas notoriamente altas con respecto al centro de la ciudad y esta posición impide que la ciudad pueda evacuar sus líquidos y sólidos de manera tradicional y/ o convencional es decir por el sistema de alcantarillado (gravedad). Es por ello que el estudio diseña un canal de evacuación mediante tuneleria que consta de tres partes: dos de las cuales son en base a láminas de acero corrugado.

En una de sus partes:

“el diseño de topografía del canal para definir la dirección y pendiente de excavación por donde se cimentara el lecho del canal, no tendrá ningún tipo de errores de desniveles pueden generar problemas de sedimentación. (Madueño Auris, 2018)

Madueño, (Lanao Jimenez, 1971), luego de realizar una serie de trabajos de campo y gabinete en términos topográficos, determina que: debido a las características topográficas del sector a proyectar el canal, se tendrá que realizar un túnel (Tunnel Liner en dos tramos) que tendrá un margen mínimo de error permisible ya que no cuenta con una gradiente óptima. Por lo que no se puede tener el lujo de desperdiciar ningún centímetro, y recomienda a ser muy exacto y preciso en el perfil longitudinal y en el trazo de planta del túnel –canal.

Es por ello que el Perú es necesario y urgente un plan macro que sirva para proyectar, diseñar, aplicar, y desarrollar, las nuevas técnicas de construcción de túneles.

Para lograr un mejor desarrollo en lo que concierne a tecnología de punta y la utilización de estas recabando mejores resultados y mayores velocidades de avance a costos ventajosos.

Lanao realiza un gran estudio a inicios de la década de los años setenta donde llega a la conclusión que la ejecución del túnel tradicional es una actividad que brinda una solución práctica y económica en comparación de otras alternativas .

“A la fecha los métodos convencionales de construcción de túneles son vitalmente importantes y seguirán aun superando a los nuevos métodos, especialmente cuando se torne en cuenta la economía y la urgencia de proyectos de túneles cortos”. (Lanao Jimenez, 1971)

También hace referencia de haber utilizado cálculos de costos en dos técnicas diferentes en la construcción del túnel tradicional y para ello toma como referente al tramo del rio Huancabamba-reservorio “Mano de León” del Proyecto de irrigación Pampa de Olmos – Lambayeque.

El sistema que brinda los mejores estimados económicos según Lanao es la perforación por taladramiento con máquina tuneladora.

De la investigación de este estudio, se relaciona con el fenómeno de la corrosión atmosférica en los aceros de bajo carbono que se encuentran en las plantas industriales petroleras. Tomándose como sector del estudio el área denominada “lote X”.

“También podemos concluir que en ambiente marino, el acero ASTM es de mayor resistencia a la corrosión atmosférica del lote X que el acero especificado bajo norma AISI/SAE 1020” (Guerra Carvallo, 2014).

Guerra C. Basado en las pruebas de la investigación afirma que los factores que inducen a la corrosión atmosférica son básicamente: la humedad, la salinidad, el oxígeno atmosférico, las brisas marina y la polución solida también acota que es una gran influencia de la corrosión los cloruros; asimismo Guerra concluye que las zonas cercanas al mar y con vientos libres estimulan la corrosión atmosférica y que el acero ASTMA36 es el que brinda una alta resistencia a la corrosión atmosférica.

2.1.2 INTERNACIONAL

La presente información busca que diseñar un sistema geotérmico de baja entalpia considerando como un medio de solución el sistema no destructivo del método Tunnel Liner debido a que a profundidades donde se construyen los Tunnel Liner se encuentran grandes despensas . De energía inagotable.

“la presente investigación consiste en el diseño de un sistema geotérmico de baja entalpia implementado en el método Tunnel Liner, este método realizado en profundidades 10 (m) aproximadamente, con estructura construida con otros fines...” (Casanova Godoy, 2018)

Casanova concluye que el Tunnel Liner es una opción bastante aceptable en la solución del sistema geotérmico de baja entalpia, debido a que el Tunnel Liner se puede ejecutar con bastante normalidad en profundidades mayores a diez metros debajo de la superficie terrestre.

Se le otorga una definición tradicional al túnel convencional sin embargo también logra diferenciarlos con respecto a nuevas tecnologías , mencionando lo agreste de la topografía y por ende alude a los avances tecnológicos que se ven materializados en las grandes tuneladoras y tecnología de punta actual .

Para el tesista el túnel es la comunicación de un punto a otro de manera subterránea o a tajo abierto (Túnel artificial) .todo ello para facilitar el tránsito de cualquier elemento que se intente conducir atravesando un cerro o montaña, rio, etc.

Por ello concluye en su tesis, que para el cruce de túneles en rocas se emplee la tecnología de punta N.A.T.M.

“La elección del N.A.T.M. en el proceso constructivo de túneles en Colombia se empleó debido a la composición y estructuras de las rocas, las cuales generaban las mejores posibilidades de atravesar el macizo rocoso”. (Monroy , Dinael & Rodriguez, Jaime, 2016)

Monroy & Rodríguez , apuestan con dirección futurista al empleo de un sistema que cuente con maquinarias Tuneladoras de última generación , por las condiciones objetivas de lograr resultados que beneficien a un país que posee una topografía sinuosa , rocosa , muy difícil de atravesar con métodos tradicionales.

La materia de esta investigación, tiene como un objetivo saber el grado de agresividad de la atmosfera en dos tipos de recubrimiento sobre el acero, uno que presenta 55% Al-Zn sobre chapa

de acero y el otro cubierto de zinc, ambos trabajados en galvanizado en caliente bajo diversos tipos de ambientes atmosféricos.

“...A causa del ataque no uniforme del recubrimiento Algafort con respecto al recubrimiento galvanizado , en determinadas situaciones de exposición atmosférica , aquel puede dejar de suministrar protección al acero base , a tiempos inferiores de exposición en comparación con recubrimientos galvanizados ...” (Palma Bellido, 1995) .

Palma Bellido; mediante los resultados de investigación logra determinar que el galvanizado mediante solo el zinc es más vulnerable a la corrosión en exposición atmosférica. Sin embargo hace una observación en lo que se refiere al recubrimiento de 55% Al-Zn (Algafort) el cual en ciertas situaciones de atmosfera y tiempos tiene sus falencias, perdiendo sus propiedades en lo que se refiere a protección del acero base.

Por otro lado, (Leguizamon Galicia, 2015) , Nos afirma en sus tesis que el avance científico y tecnológico del momento, va en de la mano con lo que respecta a los métodos de túneles, mediante sistemas no convencionales, no destructivos y eminentemente ecológico. El sistema de perforación dirigida en la construcción de redes de servicios básicos es una alternativa muy potencial. Que resuelve en cierto grado grandes problemas, tales como la contaminación ambiental, la destrucción de vías y el impedimento del normal tránsito peatonal y vehicular, es influyente y determinante en ciertos proyectos de construcción, un factor muy importante, la celeridad y seguridad, la precisión que proporcionan estos métodos. También concluyen:

“La metodología Pipe Ramming, Tunnel Liner indicado para garantizar la protección de redes de gas ya que la camisa de acero actúa como recubrimiento adicional para este tipo de proyectos” (Leguizamon Galicia, 2015) .

Leguizamón G, confirman que la perforaciones dirigidas son en estos tiempos de gran crecimiento es una perfecta alternativa de solución ante los ambientes corrosivos que dañan los sistemas de redes matrices y laterales de las líneas de gas.

Mediante la técnica científica y ensayos evaluativos el autor realiza su tesis, logrando determinar que los medios ambientales que contienen cloruros y sulfatos, inciden negativamente en las

láminas de acero galvanizado, notando también que el tamaño de la flor es una característica muy importante en la protección de las láminas de acero galvanizado.

“Se determinó que el tamaño de la flor es un factor determinante en la velocidad de corrosión, se recomienda trabajar con tamaños de floreados pequeños,...el tamaño de floreado grande tiene un efecto perjudicial en la resistencia a la corrosión...” (Ramirez ,Julieth Andrea-jerez,Mario Valero-Alvarado, Dario Yesid Peña -Ballesteros ,Jhon Edisson Torres -Ramirez, 2015).

Los autores explican que los cristales (flor) del zinc se forman al recibir el baño del zinc a unos 450 C°. En este proceso que es una fundición de un metal sobre otro, se lleva a cabo el proceso de adherencia de los cristales del zinc, el cual se da a una temperatura de 419° C.

Por lo que afirman que el tamaño del cristal y/o flor puede aumentar debido a la impureza natural del zinc, que es un metal que trae consigo un elemento común (plomo), el cual se precipita dándole a la superficie galvanizada un color opaco o brillante.

2.1.3 OTRAS PUBLICACIONES.

Los resultados del presente informe científico nos permiten conocer las fortalezas y debilidades del acero galvanizado con recubrimiento y sin recubrimiento, en ámbitos tropicales. El presente estudio o investigación realiza mediante un sistema de análisis evaluativo a la reacción del acero galvanizado. Ante la corrosión de ambientes hostiles y/o agresivo.

“Ninguna de las muestras de acero galvanizado con y sin recubrimiento evaluadas presentaron afectaciones durante los ensayos climáticos de envejecimiento acelerado y humedad y temperatura con condensación constante”. (Suarez Corrales , Xenia Isabel-Villar Lopez, Rene-Valentino -Corvo Perez Franciscp Eduardo,Marreros Rigoberto., 2014).

Los investigadores concluyen que el acero galvanizado en ambientes tropicales y con presencia de humedad logran mantener una protección adecuada y segura sin embargo en un párrafo recomienda que es muy elemental y básico la limpieza del acero antes del proceso de protección para que su adherencia sea efectiva en un mayor porcentaje. También menciona la importancia de considerar el espesor tanto del galvanizado como de la pintura (sistema dúplex).

Según los investigadores científicos la agresividad del ámbito marino es una condición, de las costas tropicales que mediante procesos científicos y ensayos logran analizar, para luego plantear sus conclusiones y recomendaciones en lo que concierne el propósito de la investigación científica

El estudio nos refiere en una de las conclusiones que el sistema dúplex logra una buena protección ante la corrosión. En el ámbito marino. El galvanizado y posterior pintado es una excelente binomio en materia de resistencia ante los cloruros y sulfatos marinos.

“los ensayos electroquímicos y acelerados de laboratorios, dejaron en evidencia el buen comportamiento frente a la corrosión en medio de cloruros que presenta el sistema dúplex estudiado con respecto al acero galvanizado”. (R.M Vera & F.J. Cañas, 2005).

Video 01:

(Cuestas, 2018) . En dicha entrevista describe cuán grande es la influencia que ejerce las láminas de acero galvanizado en la construcción del tunnel liner y demuestra a su vez que importante es en la sociedad actual.

Paul Cuestas informa que se está realizando una obra de gran envergadura social por parte de la empresa SEDAPAL como consecuencia de la necesidad de la ampliación de las fronteras acuícolas. Y para ello se construye una línea subterránea de Tunnel Liner. Donde se instalara tuberías, Huachipa –Chosica.

➤ Huachipa:

Cuestas, menciona que efectivamente se está realizando una obra de gran impacto social y que beneficiara directamente a por lo menos 70,000 personas aproximadamente .de lo expuesto por Cuestas cabe recalcar que el diámetro de la láminas de acero galvanizado que conforma el Tunnel Liner. No es del mismo diámetro de la tubería que conducirá el agua Potable por lo que se determina la gran influencia de las láminas de acero galvanizado en la construcción del Tunnel Liner.

Es importante la influencia de las láminas de acero galvanizado pues estas son las piezas básicas que unidas por pernos unas tras otras logran conformar por primero un anillo para luego dar forma el túnel liner , por el cual se conducirá las tuberías de alcantarilla en este caso específico . Cuestas, afirma que la tecnología empleada por la empresa SEDAPAL es un sistema nuevo con muchos beneficios y que solucionaría una parte importante del proyecto. Que es conducir el agua potable vía túneles liner. Sin embargo en el presente video no se puede apreciar mucho la influencia de las láminas de acero galvanizado en caliente. Por lo que se complementa con el video de URBACON de CV/ TUNEL, NISSAN II (2016) MEXICO.

Donde se puede apreciar a los cero minutos cuarenta y cuatro segundos con muchos más detalles como las piezas de láminas de acero galvanizados son en realidad la base fundamental del Túnel Liner, pues ello va ensamblándose una por una, hasta lograr llegar a dar forma al Tunnel Liner.

Video 02: URBACON SA de CV/ TUNEL NISSAN II (2016) MEXICO.

La ingeniería y construcción de túneles con diferentes tecnologías de acuerdo a la exigencia de cada proyecto.

Lo más resaltante del video es que nos brinda pedagógicamente de una manera animada, didáctica y sencilla el proceso constructivo de un tunnel Liner, en la etapa del túnel Horizontal, desde la fase inicial hasta la fase final. (Urbacon SA - Tunel Nissan II, 2016).

Video 03: SEDAPAL / INSTALACION DE TUBERIAS MEDIANTE TUNELES PARA CRUZAR PANAMERICANA NORTE

De acuerdo a la entrevista de agosto del 2015 en representación de SEDAPAL Julio Ramírez informa que; el uso de un nuevo sistema de solución para cruzar vías de alta transitabilidad sin realizar las molestas excavaciones a tajo abierto. Ese método se denomina “Tunnel Liner” y está basado en láminas de acero galvanizadas en caliente. Ramírez menciona que se ejecutan dos proyectos de Tunnel Liner en la ciudad de Lima, específicamente en:

- Puente Piedra
- Zapallal

Es irrefutable la influencia de las láminas de acero galvanizado al respecto del Tunnel Liner y que se va detallando de a poco con la información tanto del nivel nacional como de nivel internacional Ramírez hace una breve descripción acerca de los beneficios del sistema y la función de instalar tubería de hierro dúctil que conducirá agua potable, al macro proyecto “Pachacutec Ventanilla”. Y que beneficiara directamente con el suministro de agua potable a por lo menos doscientos mil habitantes del macro proyecto “Pachacutec-Ventanilla”.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 PLACAS DE ACERO

(Proctor R. V., 1933) , (EE.UU Patente nº N° 1,923,008, 1933).

En la búsqueda internacional se logra encontrar una gran cantidad de información, incluso algunos inventores de EE.UU. de Norteamérica, como los pioneros del uso de las placas acero en un principio (1931), para luego continuar ya con las láminas (chapas) de acero en (1933), (1937), hasta llegar al (1995), fecha en que se llega a un diseño actualizado, todo ello patentado en EE.UU. de Norteamérica.

Ya con la información en mano se procedió a hacer un análisis en función a ello.

El inventor entiende que existe la necesidad de crear un sistema que brinde soluciones a los trabajos, él se refiere a los grandes trabajos en la minas de los EE.UU. y por ello diseña las láminas de acero del Tunnel Liner, registrado y patentado en los EE.UU de Norteamérica US1923008A. Proctor menciona que ya se han realizado algunos intentos para producir placas de revestimiento de acero, sin llegar a un punto de satisfacción por varios factores.

“En primer lugar, las matrices de flexión son caras y están sujetas a un rápido deterioro y desgaste. Además, el calibre del material con el que es posible trabajar de esta manera es limitado...” (Proctor R. V., 1933). (EE.UU Patente nº N° 1,923,008, 1933)

Proctor, Manifiesta que existe la necesidad de crear un sistema que brinde soluciones a los trabajos, mismo se refiere a los trabajos en las grandes minas de los EE.UU. es por ello que diseña las láminas de acero del tunnel Liner debidamente registrado y patentado en EE.UU. de Norteamérica. US1923008A.

También manifiesta que en su invención decide trabajar con segmentos de acero (placas de acero) emplea el término de hojas de acero independiente que trabajan mediante el ensamblado de las placas aun costo reducido fácil de manipular y bastante seguro, todo ello dirigido a los centros de explotación minera.

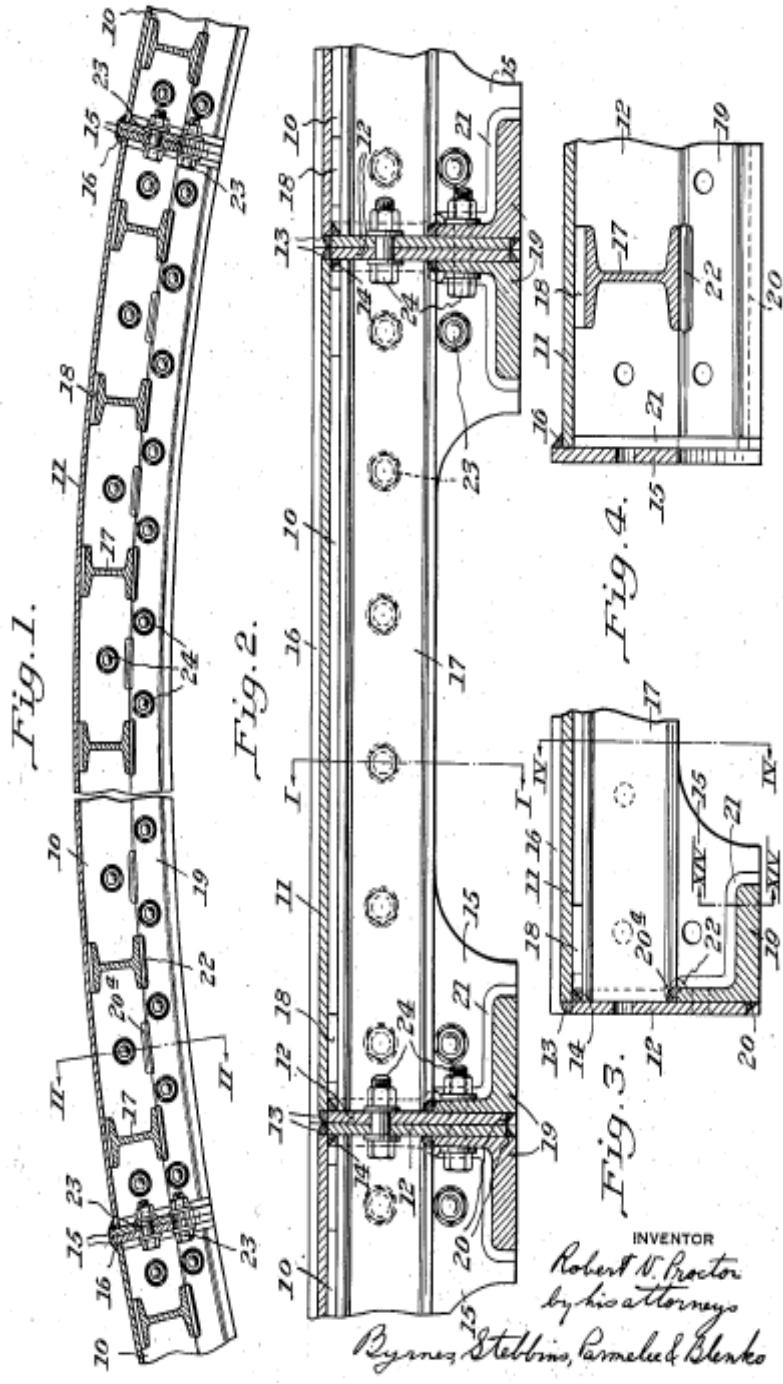
Figura 1 : lamina de Acero Tunnel Liner

Aug. 15, 1933.

R. V. PROCTOR
TUNNEL LINER

1,923,008

Original Filed June 23, 1931 3 Sheets-Sheet 1



INVENTOR
Robert V. Proctor
by his attorneys
Byrnes, Stebbins, Carmichael & Blanko

Fuente: Robert V. Proctor (1933).

2.2.2 LAMINAS DE ACERO.

Posterior a Robert V. Proctor (1931) se continúa las investigaciones al respecto de los Tunnel Liner.

(Wilkoff, 1937). En 1937 se continua con las investigaciones para solucionar el problema algado que sucedía en los centros mineros del mundo, específicamente de los EE.UU. se tornó en un tema muy enfocado, los túneles eran la nota del día ya que allí ocurría accidentes, el trabajo no era seguro, sus actividades era muy tediosas, se utilizaba demasiadas personas. Etc.

Es allí que en plena búsqueda de soluciones se presentó un invento novedoso que reduciría en gran parte el trabajo y el número de personal en el proceso de ensamblado, asimismo mejoraría la consistencia del túnel .todo ello proporcionaba el nuevo invento presentado por Wilkof: el invento se basaba en su gran resistencia mecánica, su ligereza y facilidad de maniobra por menor peso y nueva forma circular, (antes cuadrada).sostiene en su invención;

“placas de metal forjado u otro tipo de metal adaptado para ser ensamblado en forma tubular para el revestimiento de túneles y similares, la invención pretende en general mejorar la construcción de túneles existentes” (Wilkoff, 1937)

Esta investigación está iniciándose con la información del inventor quien prácticamente puso a disposición el uso de las planchas metálicas en el proceso constructivo de los túneles. Su diseño de ese entonces guarda mucha relación con respecto a los de hoy en día. Las placas de acero, las placas de acero, ya eran empleadas en la apertura de los túneles, sin embargo eran demasiadas pesadas y difíciles de maniobrar (se necesitaban dos personas) y eran de forma rectangular, así mismo por ello Afirma;

“Uno de los principales objetivos de la invención es mejorar la construcción de revestimiento de túneles para que un solo hombre pueda levantarlo en su lugar de manera fácil y conveniente y atornillarlos a las secciones ensambladas y adyacentes.”. (Wilkoff, 1937)

Figura 2 : Lamina de Acero Tunnel Liner.

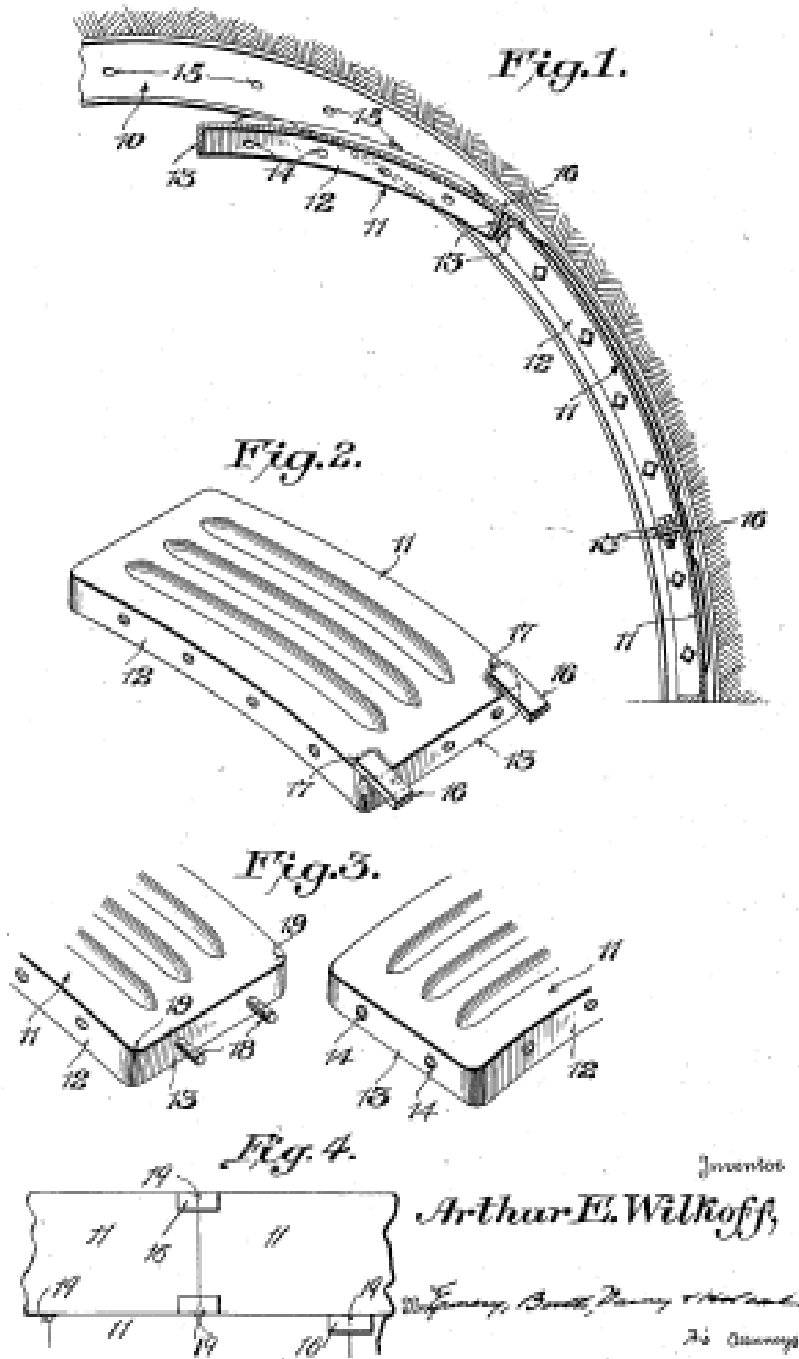
April 13, 1937.

A. E. WILKOFF

2,077,137

TUNNEL LINER

Filed April 25, 1934



Fuente: Arthur E. Wilkoff (1937).

Conforme pasaron los años desde Wilkof hasta la época de (Morelos, 1995). El espesor de las chapas y /o láminas de acero han ido vertiginosamente evolucionando a un modelo similar al de hoy en día.

“los revestimientos para túneles se forman a partir de paneles de material de lámina curvada y arqueada...” (Morelos, 1995) .

También recalca con respecto a las láminas de acero y su importancia en los túneles que;

“esta invención se refiere a la técnica de formación de revestimiento de túneles y en particular a mejorar para formar dichos revestimientos del túnel de paneles de material de chapa curvada arqueada...” (Morelos, 1995) .

Lo cual confirma que las láminas de acero son las bases fundamentales hoy en día en la construcción de túneles modernos por el método (Tunnel Liner).

2.2.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ACERO CORRUGADOS.

(Tupemesa, 2012)

Según ficha técnica de TUPEMESA soluciones en acero, las láminas de acero empleadas en los tunnel Liner son estructuras flexibles de acero corrugado, compuestas por planchas que permiten el ensamblado mediante el empernado de tuercas desde el interior del túnel dichas láminas y/o planchas son galvanizadas en calientes. Y estos productos exhiben una calidad que va de acuerdo con las exigencias de la normas internacionales American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la American Iron and Steel Institute. (AISI).

Figura 3: Láminas de Acero Tunnel Liner.



Fuente: Tecnovial (2012).

Figura 4: Ensamblado de Tunnel Liner Pique



Fuente: Tecnovial. (2012).

2.2.4 ESTÁNDARES DE LAS LAMINAS DE ACERO

(Tecnovial, Estructuras de acero Corrugado Tunnel Liner - Especificaciones Tecnicas , Alcances del Suministros y Asesoría de montaje ., 2012).

De acuerdo a la empresa TECNOVIAL SA las planchas de acero corrugado galvanizado en caliente por inmersión cumplen con los estándares mínimos según normas internacionales AASHTO M 167 (Tensión de Fluencia superior a los 28000 PSI, Tensión de rotura superior a 42000 PSI, Elongación de 30% para probetas de dos pulgadas de largo.).

Resistencia estructural: permite soportar importantes cargas para su uso en puentes y pasos a bajo nivel. Resistencia a sismos.

Económicos: resulta altamente competitivo, independiente del diámetro, forma o tipo de carga requerida.

Durable: el acero, es un material de alta resistencia, por lo que se puede complementar con una terminación magnelís y revestimiento como galvanizado y epoxico. Al estar compuesto por planchas apernables, se puede transportar a zonas remotas y de difícil acceso.

Fácil montaje: la instalación de la estructura no requiere personal ni equipamiento especializado.

Ecológico y reutilizable: las estructuras pueden ser fácilmente desmontadas y transportadas en casos de traslados de faenas a su vez el acero es 100% reciclable, lo que lo convierte en una solución amigable con el medioambiente.

Todo diseño de estructura de acero metálica corrugada ensamblada por el método Tunnel Liner, se ejecuta de acuerdo a los parámetros de que establece la norma internacional AASHTO en su sección 12.13 (2004) y sección 15 de AASHTO (2002).

2.2.5 NORMATIVIDAD DEL ACERO GALVANIZADO

(Acerías de Colombia, 2000) ACESCO-2000.

Los parámetros y la forma en la que todo proyecto se debe ejecutar, estará bien o mejor conducido siempre y cuando se hayan hecho previo los estudios que conduzcan hacia un expediente técnico avalados por los manuales especializados del tema. Por lo que es necesario para todo especialista antes de tomar cualquier decisión de adquirir un producto considerar lo siguiente:

Primero: que cumplan con las normas internacionales Americanas ASTM (American Society for Testing Materials.).

Segundo: que cumplan con las normas internacionales Japonesas JIS (japonesa Industrial Society). Aun así se considera que cada país deberá respetar sus propias normas nacionales siempre y cuando no contradigan las normas madres aprobadas internacionalmente.

2.2.6 NORMAS TÉCNICAS (GALVANIZADO).

Tabla 4 : Normas técnicas internacionales de galvanizado

PRODUCTO	ASTM	JIS	ICONTEC
Laminas galvanizada por inmersión en caliente	A 653/924	G3302	NTC4011 y NTC 3940
Lamina electro galvanizada	A623	G 3313	NTC-3238
Lamina pre-pintada	A 755	G3312	NTC-3465
Teja de Zinc	A 929	G 3316	NTC-1919

Fuente: Acesco (2000).

2.2.7 FABRICACION DE LAS LAMINAS DE ACERO.

Según la (UNEFA, 2016) la transformación de las láminas de acero es un método técnico que está fundamentado en reducir el grosor de una lámina de acero de mayor grosor, este método se lleva a cabo por medio de movimientos fuertes y de aplastamiento con rodillos de diversos tamaños. El proceso se lleva a cabo a altas temperaturas (laminación en caliente). También existe la laminación en frío.

“El laminado es un proceso de deformación en el cual el metal pasa entre dos rodillos y se comprime mediante fuerzas de compresión ejercidas por los mismos.” (UNEFA, 2016).

Cuando el laminado es en caliente; El grado de temperatura del acero para realizar el proceso es de 200° C.

“La laminación en frío se aplica en el caso de producirse deformaciones con un pequeño campo de tolerancia (mayores precisiones dimensionales), cuando se desee obtener en el material características propias de estos tratamiento (mejores propiedades mecánicas)...” (UNEFA, 2016).

(ANDI-IDU, 2014).

Figura 5: Proceso de Laminación.



Fuente: UNEFA – Tecnología Mecánica.

2.2.8 GALVANIZADO EN CALIENTE.

BREVE RESEÑA DEL ZINC.

Según (ANDI-IDU, 2014). El elemento químico denominado Zinc es un material bastante variable, el cual es muy utilizado en el método de protección del acero frente a la corrosión, otorgándole menores costos y mayor durabilidad, su impacto en el ecosistema será reducido. Y una característica muy importante es que este elemento una vez terminada su vida útil protegiendo al acero, podrá volver a ser reutilizada con la misma calidad inicial sin perder ninguna de sus propiedades.

Esto significa menores costos y un menor impacto medio ambiental derivados del mantenimiento.

“El principal objetivo del galvanizado es atacar la corrosión. La corrosión produce anualmente a nivel mundial pérdidas económicas irreversibles y en Colombia, la pérdida anual es del 3% del PBI...”. (ANDI-IDU, 2014) .

El fenómeno físico químico denominado corrosión.

“Es un problema importante, debido a que puede causar accidentes tales como la ruptura de una pieza, como consecuencia de la oxidación de la misma representando de esta manera un peligro para la vida humana. (ANDI-IDU, 2014).

Por lo consiguiente el proceso del galvanizado por inmersión en caliente, de acuerdo a lo expuesto por (ANDI-IDU, 2014) nos conduce a considerar que dicha técnica reduce costos y brinda una gran seguridad en resistencia ante ambientes diferentes, (hostiles, sulfurosos, y agresivos al metal).

Tabla 5: información general del Zinc

PROPIEDADES	DETALLE DE PROPIEDADES
Símbolo Atómico	Zn
Numero Atómico	30
Masa Atómica	65.37
Estructura cristalina	Hexagonal, Diexagonal, Dipiramidal
Densidad (a 25° C)	7133 kg/m ³

Fuente: la Tiza.

2.2.9 PROCESO DEL GALVANIZADO EN CALIENTE

De acuerdo a (SEDEMI, 2018)

El galvanizado es un proceso físico químico mediante el cual se cubre de un metal con otro, a una temperatura de 450° C. con el fin de evitar que la abrasión y la corrosión lo afecten. Hay dos tipos de procesos a través de los cuales se puede realizar: Galvanizado en caliente:

- Galvanizado por Inmersión en Caliente.
- Galvanizado en Continuo.

En este estudio nos dedicamos exclusivamente a lo que concierne la primera variable del plan de tesis “el proceso del acero galvanizado por inmersión en caliente”, es una técnica que se encarga de darle un baño por inmersión de Zinc en grandes recipientes denominados crisoles a una temperatura de 450° C aproximadamente.

2.2.10 GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE

PREPARACION DEL MATERIAL (ANDI-IDU, 2014)

Es uno de los pasos que tienen mayor importancia en el proceso del galvanizado por inmersión en caliente. Esta fase del buen alistamiento del material, la buena y cuidadosa preparación repercute a través de todo el proceso ya que debido a ello se afectara o beneficiara la segunda fase y está por lo consiguiente la tercera fase y así consecutivamente, “llevara un efecto Domino” definiendo la calidad del producto.

DESENGRASE

Una de las actividades importantes, previa a la introducción de las piezas o elementos a galvanizar es el desengrase. Esta actividad consiste en sumergir la pieza en un baño de ácido clorhídrico.

Para eliminar contaminantes orgánicos como grasa, aceites y tierra que se adhieren a la superficie metálica.

DECAPADO.

Durante esta etapa se busca la eliminación del óxido presentes en la pieza a galvanizar. Mediante la utilización de una solución diluida en ácido hidroclicórico al 17%. La eliminación del óxido de la superficie de las piezas permite que el galvanizado se realice sobre una superficie químicamente limpia. En este tanque se sumergen las piezas de diez a veinte minutos. Previamente deben de estar totalmente limpios de impurezas, que impidan realizar un galvanizado óptimo.

ENJUAGUE.

En la anterior etapa “Decapado” queda en la superficie una serie de ácidos adheridos al material, por lo tanto es necesario enjuagar el material para lograr una superficie más limpia y evitar que dichos ácidos lleguen a las demás etapas del Proceso.

FUNDENTE.

El principal objetivo de esta etapa es facilitar la adherencia del zinc a la superficie del material (Hierro o acero) y así prevenir que otros óxidos se formen en la superficie del metal antes de ser galvanizados. Para esto es necesario aplicar un baño de sales (cloruro de zinc y cloruro de amonio) .Este proceso dura de diez a veinte minutos.

SECADO.

Durante esta etapa, la pieza o estructura metálica es secada y preparada para galvanizar esto se realiza por medio de la utilización de aire caliente aproximadamente a 40 ° C.

GALVANIZADO EN CALIENTE

Durante esta etapa en un baño de zinc fundido al 99.9% de pureza, el material es completamente sumergido durante el tiempo suficiente para alcanzar una temperatura de 450° C.

ENFRIAMIENTO.

Después de Galvanizar el material, es necesario sumergirlo en agua a temperatura ambiente esto con el fin de que se enfríe y así poder inspeccionarlo.

Figura 6: Objetivos del galvanizado.



Fuente: (ANDI-IDU, 2014)

2.2.11 TUNEL “METODO TUNEL LINER”.

(Tecnovial, Proceso Constructivo Tunel "Metodo Tunel Liner", 2012)

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TUNNEL LINER – TECNOVIAL S.A. (2012).

Para el presente estudio se tomó en cuenta las especificaciones técnicas del TECNOVIAL S.A. las cuales son aceptadas en toda Latinoamérica.

Según (Tecnovial, Proceso Construtivo Tunel "Metodo Tunel Liner", 2012) presentes especificaciones técnicas contienen los requerimientos básicos para el buen comportamiento de las estructuras de acero corrugado.

Es propicio mencionar que el tesista formo parte del equipo de la empresa PERFORACIONES PERU SAC. Empresa de origen colombiano y profesionales combinados de Perú y Colombia.

Que se dedican a realizar perforaciones dirigidas, específicamente en la obra de construcción del Tunnel Liner; obra: TUNEL LINER. "LINEA DE TRANSMISION 60 Kv INTEGRAL SET CHAVARRIA –SET IZAGUIRRE" ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.A-PERFORACIONES E INGENIERIA PERU S.A.C. – Lima Perú adquiriendo en campo y gabinete una experiencia en la obra. Razón por la cual el tesista hace una investigación combinada con la praxis, conocimientos de lectura científica relacionada al tema, dándole una connotación más consistente a la investigación.

Los antecedentes de esta empresa son muy importantes debido a la gran experiencia adquirida en Sudamérica (Chile, Ecuador, Colombia.) en el rubro materia de este plan de tesis, por lo que se considera muy necesario mencionar su procedimiento.

Por otro lado es necesario considerar que así como la huella dactilar. De ese modo es considerado cada proyecto; es decir: "cada proyecto es Único".

- el proceso constructivo siempre debe ser con el visto bueno de un área calificada de ingeniería especializada y para ello las especificaciones son un gran apoyo para el proyecto.
- En el presente proyecto de tesis se le dará gran importancia a todo lo que concierne cálculos de diseño y pruebas de análisis, porque ellos serán la piedra angular para la fundamentación de la Tesis.

2.2.12 LAMINAS DE ACERO –TUNNEL LINER.

(Tecnovial, Proceso Construtivo Tunel "Metodo Tunel Liner", 2012)

Láminas de Acero y /o Planchas de Acero Corrugado. :

Los productores recomiendan que el acero sea un galvanizado en caliente. Y se utilice las planchas de esta estructura siempre y cuando cumpla con los requerimientos mínimos según

Normas AASHTOM 167M/M (tensión de fluencia mayor a 28,000 psi tensión de rotura mayor a 42,000psi elongación de 30% para probetas de dos pulgadas de largo).

PERNOS Y TUERCAS

- una vez realizada la excavación se necesita hacer el montaje de las estructuras de láminas.

DURABILIDAD y PROTECCION.

- En el aspecto de la durabilidad del sistema Tunnel Liner es muy conveniente considerar que las láminas deberán pasar por un proceso de galvanizado en caliente, de un espesor adecuado al proyecto a tratar.

- El espesor , etc., etc.

- Las láminas de acero corrugado deberá respetar la norma ASTM (915 gr/m² total ambos lados equivalentes a 65 micras por cara), con lo que se asegura una adherencia química entre el acero base y la protección de zinc.

- Para el buen comportamiento del galvanizado el cliente deberá garantizar un medio inerte, libre de ambientes ácidos o cualquier agente o cualquier agente externo que deteriore la protección de la tubería.

- Si la lámina está en contacto directo con medios ácidos se debe incorporar un sistema de protección adicional al galvanizado en caliente, basado en un esquema de protección epoxica propuesto por especialistas.

- Debido a la característica del proceso de galvanizado no se requerirán mantenciones periódicas

Durante el funcionamiento normal de la estructura.

2.2.13 NORMAS DE DISEÑO DEL TUNNEL LINER.

(Tecnovial, Proceso Constructivo Tunel "Metodo Tunel Liner", 2012)

Para el desarrollo del plan de tesis en términos explicativo es necesario realizar un pequeño resumen del diseño y construcción del Tunnel liner para su respectivo análisis y posterior conclusión, el estudio recae sobre todo con mayor énfasis en lo que concierne al ensamblado y los cálculos de resistencia y protección que tengan que ver con la influencia de las láminas de acero en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner.

- La construcción y ensamblado del Tunnel Liner se harán de acuerdo al proceso constructivo debidamente aprobado por las entidades del control correspondientes.
- Para la ejecución de toda construcción de Tunnel Liner se deberá elaborar un expediente técnico el cual tiene sus propias características, es necesario tener claro lo muy importante de considerar como base las especificaciones de TECNOVIAL S.A. empresa productora de láminas de acero corrugado para el ensamblado del Túnel Liner de la cual esta tesis sigue ciertos procedimientos en conjunto con la experiencia en campo adquirida por el tesista en varias obras de construcción de Tunnel Liner de diferentes diámetros.
- El proyecto de construcción de Tunnel Liner deberá trabajar y respetar las normas técnicas nacionales e internacionales en su elaboración del diseño y detalles deberán regirse por las normas, códigos y estándares siguientes, cada uno en la última revisión.

2.2.14 NORMAS DE DISEÑO INTERNACIONALES.

Todo el diseño y detalles deberán regirse por la norma, códigos y estándares siguientes cada uno en la última revisión.

- ASTM: American Society for Testing and Materials A449; Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Stud, Steel, Head Treated 120/105/90 Ksi Minimum Tensile Strength, General Use A716/A 761M-04: Corrugated Steel Structural Plate Zinc-Coated, for Field-Bolted Pipe-Arches, and Arches.
- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- LRFD: Bridge Design Specifications. El diseño de las estructuras de acero corrugado instaladas por el método de tuneleo, se realiza según las restricciones de diseño que establece la norma AASHTO en su sección 12.3 (año 2004) y sección 15 de AASHTO (Año 2002).

Para la construcción y ensamblado de las láminas de acero corrugado galvanizado, es necesario considerar en este estudio de investigación el proceso constructivo del Tunnel Liner y sus estudios, para así poder llegar a un análisis del problema y proceder a sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

El procedimiento se fundamenta en los estudios y análisis previos para luego proseguir hacia la excavación en vertical (piques) y horizontal (túnel) con el debido cuidado, propio de una construcción de Túnel.

2.2.15 CONSTRUCCION DEL TUNEL LINER.

(Perforaciones Peru SAC, 2018)

El primer paso a definir es realizar el trazo y replanteo del Pique (excavación vertical) considerando las coordenadas x, y, z, la precisión de este primer paso es muy importante pues allí comienza la actividad de excavación, para luego realizar la colocación de los anillos y continuar con la excavación vertical (túnel) cada uno de ellos deberá mantener una excavación de 0.05 superior a los diámetros del túnel, esto debido a que ese espacio deberá ser rellenado con inyecciones de grouting.

EXCAVACION Y ENSAMBLAJE DE TUNNEL LINER

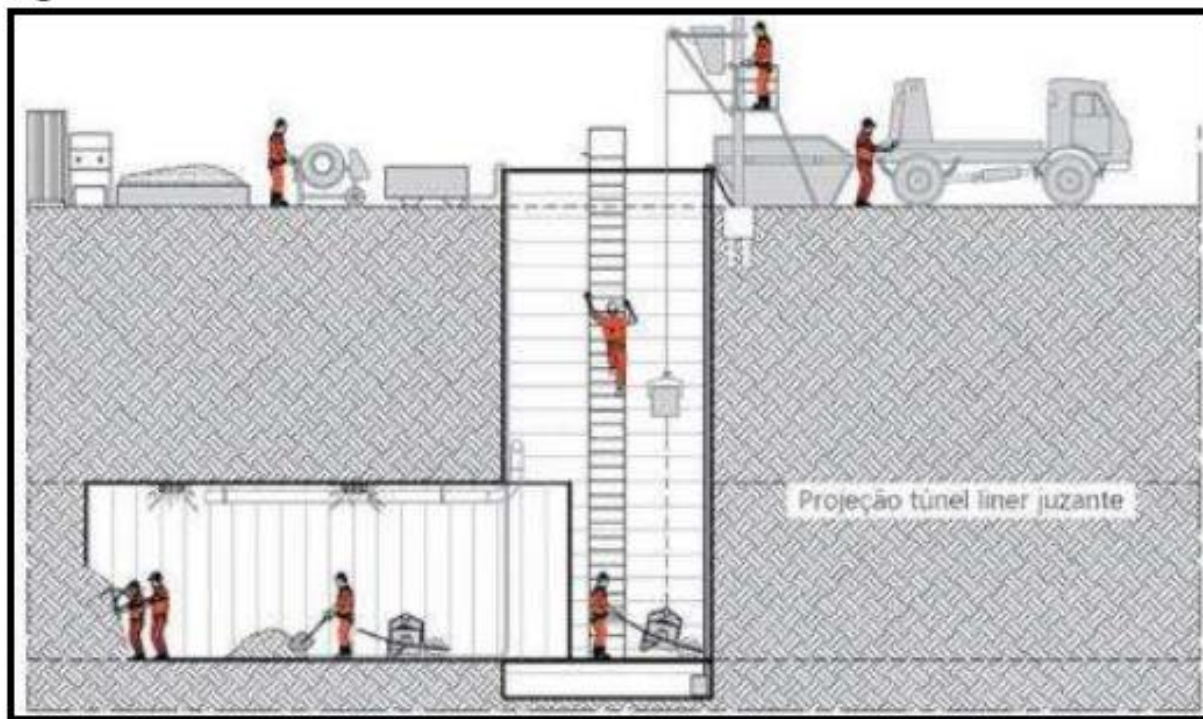
(Perforaciones Peru SAC, 2018)

La excavación del túnel se hace manualmente, utilizando herramientas menores como palas, picos y barretas.

Solo en ocasiones muy especiales X) que serán las que determinaran en campo algunas interferencias de servicios, Agua potable, Alcantarillado, línea de gas, línea de fibra óptica etc., etc.

- ✓ Trazo y excavación de túnel vertical (pique de entrada)
- ✓ Trazo y excavación de túnel horizontal (túnel)
- ✓ Trazo y excavación de túnel vertical (pique de salida).

Figura 7: Excavación y ensamblado del Túnel Liner Vertical (Pique de entrada).



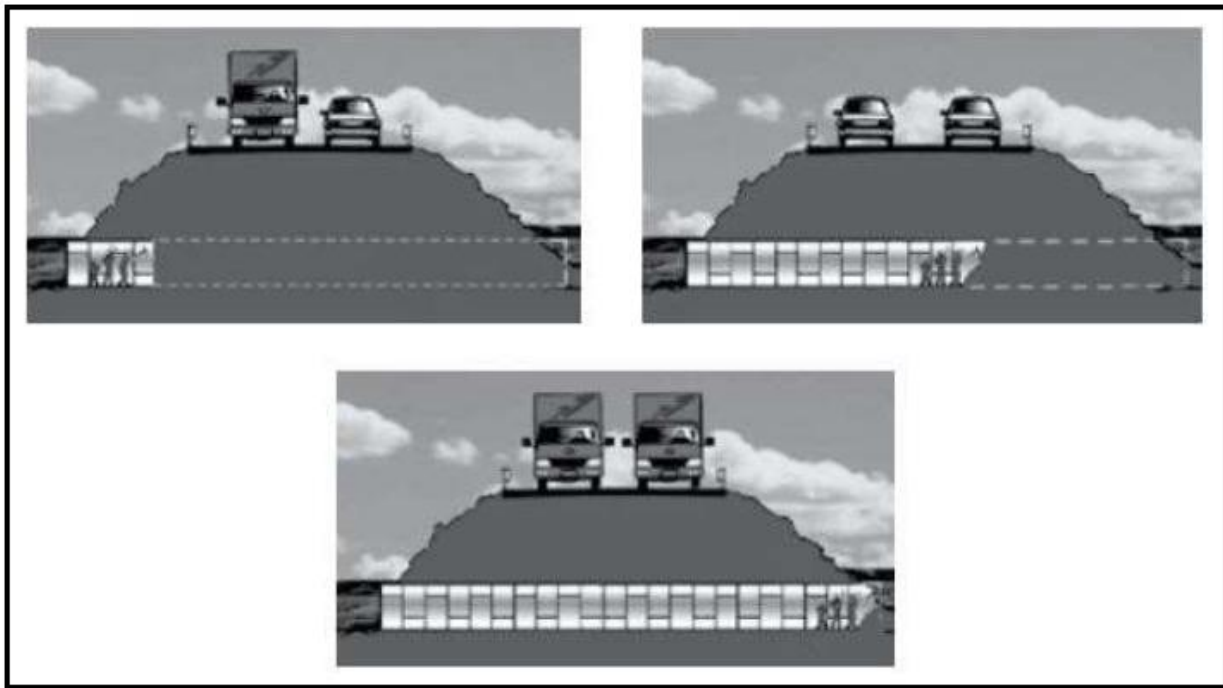
Fuente: Tecnovial (2012).

EXCAVACION, ENSAMBLADO DEL TUNEL HORIZONTAL. (TUNEL).

(Perforaciones Peru SAC, 2018)

- Se hace avance de excavación correspondiente a la de un anillo (0.46m.) y se procede a su instalación inmediata, de arriba hacia abajo, pues la parte más vulnerable a los desprendimientos de terreno es la parte superior. A medida que se avanza el material excavado se evacua por medio de un vagón pequeño que se desplaza por unos rieles en Angulo de 11/2"x3/16"
- Una vez instalada la lámina clave del túnel, el armador trabaja protegido debajo de esta, completando el resto del anillo. Cuando la superficie del frente de excavación se deja expuesta demasiado tiempo, esta se cubre con un escudo frontal de madera que confine el terreno y no permita posibles derrumbes o desprendimientos.

Figura 8: Excavación y Ensamblado de Tunnel Liner Horizontal



Fuente: Tecnovial (2012).

- Una vez realizada la excavación inicial del pique en su primer anillo tanto en el pique como en el túnel horizontal se debe considerar una alta precisión, característica que prevalecerá en calidad hasta el final de la construcción y redundará también en su capacidad de resistencia.
- Es muy importante colocar con sumo cuidado y precisión el primer anillo ya que este anillo servirá de guía para el armado del Tunnel Liner. El alineamiento de este punto en especial debe hacerse con una estación total de alta precisión y un nivel de ingeniero automático, el primero para dar el eje de coordenadas central y el segundo para dar la cota respectiva.
- Primero se procede a la excavación manual hasta cierto tramo 5 metros aproximadamente luego de ello se podría emplear una retroexcavadora pequeña (ver los estudios de suelos y de interferencias de geo radar).
- En el pique se debe instalar un anillo en la superficie que dará la seguridad.
- Después continúa el proceso de extracción de material y colocación de las láminas del fondo del pique.
- Luego dependiendo de la presión que ejerza el terreno sobre las paredes del túnel se procede a realizar la inyección del grouting.

- Un especialista en mecánica de suelos definirá el número de anillos que pueden ser instalados sin hacer la inyección, pero esta cantidad por cuestión de seguridad no puede superar la cantidad de cuatro.
- Cualquier innovación en este procedimiento debe ser consultado con el especialista responsable.
- También deben ser instalados los elementos necesarios para que los trabajadores tengan acceso al fondo del pique .Estas pueden ser escalas o tecles autorizados por la inspección técnica.

EMPERNADO Y ENSAMBLADO

- La colocación de los pernos de cuello cuadrado en el extremo plano de las láminas con la cabeza hacia afuera se mantienen en posición debido a la presión que ejerce el clip de fijación.
- Con el primer anillo ensamblado, se prosigue al ensamblado del segundo desplazándolo respecto al anterior en una longitud equivalente a la separación entre dos agujeros de la brida de unión entre anillos .De esta forma las costuras longitudinales quedan alternadas.
- El tercer anillo se coloca en la misma posición que el primero. Los pernos con cabeza hexagonal se colocan en los agujeros de las bridas.
- Para acomodar las láminas de acero corrugado galvanizado, los pernos no deben torquarse hasta no haber armado cuatro anillos por lo menos ,ello debido a que en esa longitud se puede se puede dar el alineamiento en (x,y,z) y sobre todo es cuando se procede a inyectar el grouting.
- Después continúa el proceso de extracción de material y colocación de las láminas del fondo del pique. Luego dependiendo de la presión que ejerza el terreno sobre las paredes del túnel se procede a realizar la inyección del grouting.
- Un especialista en mecánica de suelos definirá el número de anillos que pueden ser Inyectado Procedimiento Grouting una vez ensamblados los cuatro anillos se procederá a dar el torque definitivo de los pernos aplicando un torque de $12+2\text{kg}\cdot\text{m}$ para luego inyectar mortero a través de las Perforaciones dispuestas para ello.
- La inyección de grouting debe realizarse con una presión máxima de $10\text{kg}/\text{cm}^2$ por los agujeros ubicados en la clave del túnel.

2.2.16 ASPECTOS GENERALES EN UN PROYECTO DE TUNNEL LINER.

(Tecnovial, Proceso Constructivo Tunel "Metodo Tunel Liner", 2012)

El dimensionamiento de las láminas de acero, referente al espesor, se determina a partir de los datos obtenidos en el estudio geotécnico (ensayo SPT) en el lugar de instalación del túnel, que nos va a definir.

- La profundidad a la cual estaría instalada el Tunnel Liner.
- El Tipo de suelo existente y que vendría a ser el que soportaría la estructura.
- Diferentes datos juntos con la sobrecargas. Ayudan a determinar las cargas que se van a generar sobre la estructura.
- Para suelos granulares de poca o nula cohesión, la carga es en función del Angulo de fricción interna del suelo y del diámetro del túnel, mientras que para el caso de los suelos Cohesivos (arcillas), la carga depende de la resistencia al corte del suelo que está por encima de la corona del túnel.
- Es necesario para definir el diámetro del túnel liner tener en cuenta el uso para el cual se va a requerir la estructura, considerando siempre que la dimensión mínima recomendada (diámetro =1.40)) debe ser apta para los trabajos internos.
- Las láminas de acero, cuentan con un elevado módulo de elasticidad, con la finalidad de que la estructura formada tenga una alta resistencia y pueda soportar las cargas puntuales y/o cargas distribuidas que se puedan generar durante la construcción, o que se puedan presentar al momento de la construcción como fallas de terreno, presencia de nivel freático, desmoronamientos, presiones de enlechado, etc. El suelo que rodea, a la estructura ayudara a mantener la sección circular del Tunnel Liner.
- la capacidad portante de las planchas de revestimiento se basa en la capacidad de deformarse bajo la carga de manera que la restricción lateral del suelo reduce cualquier deformación adicional.
- la deformación tiende así a igualar presiones radiales y a producir una carga sobre el revestimiento en forma de anillo de comprensión (de similar a lo que suceda con las alcantarillas de acero corrugado).

2.3 DEFINICIONES DE TERMINOS BASICOS

2.3.1 CHAPAS DE ACERO:

En algunos países conocidos como láminas de acero o planchas de acero.

2.3.2 TUNNEL LINER:

Es un túnel ensamblado, armado por piezas de láminas de acero corrugado, sin necesidad de realizar zanjas ni movimientos de tierra externo, esto evita interrumpir las actividades que normalmente se generan.

2.3.3 SISTEMA DUPLEX:

Es el doble sistema de protección del acero compuesto por un recubrimiento de zinc (galvanizado) seguido de otro recubrimiento como la pintura).

2.3.4 AASHTO:

Norma American Association of State highway and Transportation Officials.

2.3.5 ASTM:

Norma Americana Society for Testing and Materials.

2.3.6 LRFD:

Norma Bridge Design Specifications.

2.3.7 LAMINAS DE ACERO CORRUGADOS:

Es la parte básica de una estructura flexible de acero corrugado en el Tunnel Liner.

2.3.8 ABNT:

Norma Associacao Brasileira de Normas Técnicas.

2.3.9 ASTM 36:

Acero al carbono estructural.

2.3.10 NORMA ASTM A123 (AISI).

American Iron and Steel Institute.

2.3.11 HIERRO FUNDIDO:

Aleación de Hierro silicio y carbón.

2.3.12 HIERRO MALEABLE:

Hierro fundido blanco se somete a un proceso de pre cocido, el producto se le llama hierro colado maleable. Puede tener una resistencia a la tensión mayor que 350 Mpa, con una elongación de hasta 18%, el hierro maleable necesariamente es más costoso que el gris.

2.3.13 ACERO FUNDIDO:

Aleación de hierro y carbono, el acero se clasifica en acero bajo en carbono, acero medio en carbono, acero alto en carbono.

2.3.14 ZINCADO:

Es un proceso de deposición electrolítica en baños de zinc.

2.3.15 L.A.C.:

Bobinas y planchas de acero laminadas en caliente.

2.3.16 L.A.F.

Bobinas y planchas de acero de bajo carbono laminado en frío.

2.3.17 ACEROS ESTRUCTURALES:

Producto de una aleación de acero y carbono muy utilizado en la fabricación de grandes estructuras.

2.3.18 CONTROL DE CALIDAD:

El control de calidad es el conjunto de los mecanismos, acciones para detectar la presencia de errores y asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

TECNOVIAL SA. : Empresa que provee soluciones constructivas integrales en la industria del acero en el mercado nacional.

2.3.19 GEORADAR o GPR. :

Es un radar de penetración terrestre, cuya principal función es localizar objetos estructuras o cavidades por debajo del nivel del suelo.

2.3.20 PIQUE:

Se denomina así a la excavación y anillado vertical.

2.3.21 P.S.I. :

(Libras de fuerza por pulgada cuadrada): unidad de presión del sistema anglosajón de unidades “pounds- force per square inch”.

2.3.22 GROUTING:

El Grout es una lechada de cemento agua arena y aditivos y se utiliza para rellenar espacios vacíos o para garantizar la continuidad entre los dos elementos.

2.3.23 TORQUEO:

Cuando se aplican una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, dicho cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje.

2.3.24 CARGAS DE DISEÑO:

Es el análisis de cargas vivas o cargas muertas obligatorio según las normas AASHTO al realizar un proyecto de Tunnel Liner.

2.3.25 NORMA UNE-ENISO 1461:

Norma de recubrimiento de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero especificaciones y métodos de ensayos (ISO 146 2009).

2.3.26 NORMA UNE –EN ISO 14713 -2:

Directivas para proteger al acero de la corrosión de hierro y acero. Recubrimientos de zinc.

2.3.27 LAMINAS DE ACERO:

Conocidas como planchas de acero L.A.C. y L.A.F.

2.3.28 GALVANIZADO EN CALIENTE:

Es el proceso de tratamiento de fundir un metal sobre otro con fines de protección, y para ello se usa como elemento de sacrificio el zinc. (UNE EN ISO 10346).

2.3.29 GALVANIZADO EN FRIO:

También denominado zincado el procedimiento electrolítico y se realiza en base a zinc (UNE EN ISO 2081) o (10152).

2.3.30 NORMA ISO 9001:

Es una norma del sistema de gestión de la calidad (SGC) reconocido internacionalmente.

2.3.31 NORMA ISO 14001:

La norma ISO 14001 es la norma internacional de sistema de gestión ambiental (SGA). Que ayuda a su organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como parte de sus prácticas de negocios habituales.

2.3.32 NORMA OHSAS 18001:

Norma que establece los requisitos mínimos de las mejores prácticas en gestión de seguridad y salud en el trabajo, destinados a permitir que una organización controle sus riesgos para la SST y mejore su desempeño de la SST.

2.3.33 CESMEC S.A. :

Es una organización privada e independiente dedicada a la prestación de servicios de Ingeniería relacionados con certificación de productos, análisis de laboratorio, ensayos, calibraciones, inspecciones y certificación de sistema de calidad.

2.3.34 CALIDDA:

Empresa de gas natural de lima y callao S.A. es una empresa que tiene la concesión de para diseñar, construir y operar el sistema de distribución de gas natural en el departamento de lima provincias constitucional del callao.

2.3.35 CLORUROS:

Los cloruros son compuestos que llevan un átomo de en estado de oxidación formal -1. Por tanto corresponde al estado de oxidación más bajo de este elemento ya que tiene completada la capa de valencia con ocho electrones.

2.3.36 SULFUROS:

En química, un sulfuro es la combinación del azufre (número de oxidación-2) con un elemento químico o con un radical. Hay unos pocos compuestos covalentes del azufre, como el sulfuro de carbono (CS₂). Y el sulfuro de hidrogeno (H₂S) que son también consideradas como sulfuros.

2.3.37 TUPEMESA:

Tubos y perfiles Metálicos S.A. – TUPEMESA es la principal empresa fabricante de productos tubulares del Perú.

2.3.38 N.T.C. 1919:

Norma de láminas onduladas de acero galvanizado.

2.3.39 N.T.C. 2150:

Norma de recubrimiento electro depositado de zinc sobre hierro y acero.

2.3.40 N.T.C. 3237. :

Norma de siderurgia, método para determinar el peso –masa – del recubrimiento del zinc o aleaciones de zinc en artículos de hierro y acero.

2.3.41 N.T.C. 3238. :

Norma de siderurgia, láminas de acero zincadas por el proceso electrolítico, para aplicaciones que requieren la designación de la masa de recubrimiento de cada superficie.

2.3.42 N.T.C. 3240:

Norma de siderurgia práctica para el aseguramiento contra alabeo y distorsión durante el galvanizado por inmersión en caliente de acero estructural.

2.3.43 N.T.C. 3241:

Norma de siderurgia, que realiza la determinación del espesor más delgada del recubrimiento de zinc – galvanizado – en artículos de hierro y acero mediante inmersión en sulfato de cobre método preece.

2.3.44 N.T.C. 3242:

Norma de siderurgia práctica para protección contra la fragilización de productos de acero estructural galvanizados por inmersión en caliente y procedimientos para detectar la fragilización.

2.3.45 N.T.C. 3230:

Norma de recubrimiento de zinc (galvanizado por inmersión en caliente) en productos de hierro y acero.

2.3.46 N.T.C. 3465:

Normas láminas de acero con recubrimiento metálico por inmersión en caliente, pre pintadas en proceso continuo, para uso a la intemperie.

2.3.47 N.T.C. 3940:

Norma de requisito general para láminas de acero con recubrimiento metálico mediante el proceso de inmersión en caliente.

2.4 FORMULACION DE A HIPOTESIS.

2.4.1 HIPOTESIS GENERAL.

Las láminas de acero galvanizado en caliente definitivamente tienen una influencia positiva en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018.

2.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS.

➤ las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en forma positiva en la resistencia estructural ante las cargas de diseño, en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018.

➤ las láminas de acero galvanizado en caliente por inmersión influyen protegiendo contra la corrosión en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018.

➤ las láminas de acero galvanizado en caliente por inmersión influyen en forma positiva con respecto a la simplicidad de maniobra en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 DISEÑO METODOLOGICO.

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION

En la presente tesis se utilizó un tipo de investigación Explicativa. Debido a la correlación que existe entre la variable independiente y la variable Dependiente

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACION

Se eligió el nivel Cuantitativo, que me permita abordar el tema de una manera directa y real usando como base la manipulación de variables de los cálculos de diferentes tesis e información científica, y un trabajo exhaustivo de campo.

3.1.3 DISEÑO DE INVESTIGACION.

El Diseño que se emplea en el estudio está basado en su mayor porcentaje en función a información científica existente. Y un menor porcentaje de campo. Logrando un diseño No Experimental.

3.1.4 ENFOQUE DE INVESTIGACION.

Las características del estudio son de carácter Científico.

3.2 POBLACION Y MUESTRA.

3.2.1 POBLACION.

La población de la investigación estará comprendida por 50 personas entre directivos, funcionarios y colaboradores de las diferente Fuentes donde se realizó la investigación.

3.2.2 LA MUESTRA.

Como la población en la presente investigación es infinita debido a la característica explicadas anteriormente , se puede decir que la muestra en este caso son los factores de resistencia estructural de carga y protección del acero que afectan directamente en la construcción Túneles por el método

Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura -2018. De los cuales para este trabajo de investigación se han seleccionado.

3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES.

Tabla 6 : Operacionalizacion de variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES
INDEPENDIENTES	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Láminas de Acero galvanizado en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Láminas de Acero Galvanizado
DEPENDIENTES	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Construcción de Túneles 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tunnel Liner

Fuente: Propia

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACION DE DATOS

3.4.1 TECNICAS A EMPLEAR

OBSERVACION SISTEMATICA DIRECTA

Se empleara esta técnica para observar el proceso de investigación en campo (in situ) y que el proceso se cumpla las variables de la tesis.

OBSERVACION SISTEMATICA INDIRECTA.

Mediante esta técnica se podrá analizar y estudiar los diversos documentos que contienen información sobre temas de investigación.

OBSERVACION EXPERIMENTAL

➤ Con esta técnica será posible conocer la forma como se desarrolla las actividades en el desarrollo para extraer datos con el fin de procesarlos posteriormente.

DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS.

- Libreta de campo: registro de todas las actividades realizadas “in situ”.
- Hoja de recopilación de información científica relacionada con el tema.
- Hoja de registro de resúmenes.
- Hoja de análisis de resúmenes: nos ayudaran a ordenar, clasificar, analizar la información.
- Laptop.

3.4.2 TECNICA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACION.

En este tipo de investigación se ha utilizado diversas, software elementales en la ingeniería. Office.

- MS Project-diagrama de Gantt.
- Kp&cop.
- AutoCAD.

CAPITULO IV

DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 DISCUSIONES.

De la presente investigación se puede entender que las láminas de acero galvanizado en caliente son muy influyentes en la construcción de tuneles por el método Tunnel Liner, sin embargo debido a ciertos informes científicos y/o tesis se entiende que el galvanizado si bien es cierto es un sistema muy bueno, también es cierto que en climas agresivos tiene su factor de debilidad. Por lo cual algunos autores pregonan el uso del sistema dúplex.

Se considera también que el factor de espesor en el galvanizado en caliente y el floreado es muy importantes en el periodo de vida que puedan tener.

En los trabajos ejecutados se pueden observar que si a una lámina de acero se le proporciona cierto grado de aluminio, magnesio y plomo en su composición atómica se convertiría en una gran alternativa de solución en caso de factores hostiles al acero galvanizado en caliente.

4.2 CONCLUSIONES:

Luego de haber realizado una investigación exhaustiva de campo y gabinete, en cuanto a la información relacionada a los objetivos de la Tesis, se concluye que:

➤ Con respecto al objetivo general;

Se ha determinado que las Láminas de acero galvanizado en caliente efectivamente tienen una gran influencia positiva en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura – 2018, debido a las características de resistencia, protección y simplicidad de maniobra.

➤ Con respecto al primer objetivo específico; posterior a la investigación de información científica, profesionales, manuales de especialistas y normas técnicas como AASHTO M 167M/M 167. (tensión de fluencia superior a 2800 psi, tensión de rotura superior a 4200 psi, elongación de 30% para probeta de dos pulgadas de largo). Por ello se ha determinado que las Láminas de acero galvanizado en caliente definitivamente influyen de manera positiva en la resistencia estructural a favor de la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura – 2018.

➤ Con respecto al segundo objetivo específico; después de realizado la investigación tanto en el trabajo de campo, gabinete y de información científica se ha determinado que el espesor, y el tamaño de la flor del galvanizado en caliente de las láminas influyen positivamente en la protección ante la corrosión en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura – 2018.

➤ Con respecto al tercer Objetivo específico , luego del análisis de la información científica se puede observar que desde 1933 ya Wilkoff realiza un mejoramiento en lo que respecta a darle menor peso y a cambiar su forma de rectangular a redonda , ya por los años 2012 Tecnovial ofrece un elemento mucho más moderno de menor peso , fácil montaje y que no necesita personal especialista para el ensamblado; por lo que se ha determinado que las láminas de acero galvanizado en caliente si influyen en la simplicidad de maniobra en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner, Distrito Huacho, Huaura – 2018.

4.3 RECOMENDACIONES:

➤ Es conveniente considerar en algunos casos específicos donde el clima sea agresivo el empleo del sistema Dúplex en las Láminas de acero Galvanizado en caliente en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner.

➤ Es necesario plantear un buen Diseño considerando los climas hostiles para que las láminas de acero galvanizado en caliente tengan un espesor mayor en el caso de zonas cercanas a las costas marinas.

➤ Es importante tener en cuenta que para obtener una protección adecuada se debe reducir el tamaño de la flor del galvanizado en caliente en las láminas de acero en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner en zonas hostiles al acero y de intemperie.

➤ Ampliar las hojas de láminas de acero galvanizado en caliente a un radio más amplio para su uso más diverso.

CAPITULO V

FUENTES DE INFORMACION

5.1 FUENTES BIBLIOGRAFICAS

Bibliografía

- Acerias de Colombia. (2000). Unidad de Lamina Lisa. *"Manual Tecnico del Acero Galvanizado"*.
- ANDI-IDU. (2014). "Guia Practica de Galvanizado por Inmersion en Caliente". *Revista especializada*.
- Casanova Godoy, L. (2018). *"Modulacion del Tunnel Liner para el diseño del sistema Geotermico de baja Entalpia."*. Chile: Universidad Andres Bello .
- Cuestas, P. (30 de Abril de 2018). Tunel Liner en Obra de Sedapal. (T. N. 7.3, Entrevistador)
- Cutipa M, C. (2014). Planteamiento para determinar comportamientos optimos entre sistemas de proteccion duplex (galvanizado en caliente/frío+recubrimiento)para estructuras metalicas de SE y LT. Arequipa, Peru.
- Estrada Jugo, J. (2013). *Altrnativas para la Construcccion de un tunel por debajo de la Carretera Lima Huaraz* . Lima: Universidad Nacional de Ingenieria .
- Guerra Carvallo, H. C. (2014). *"Estudio de la Corrosion Atmosferica sobre dos tipos de acero de bajo carbono en instalaciones industriales petroleras cercanas al mar en el Noroeste del peru"*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Issotta, G. &. (Mayo de 2013). Tuneles bajo nivel del mar para la solucion anti-tsunamien sistema de agua de enfriamiento en centrales termoelectricas a carbon. Santiago de Chile, Chile: Universidad de chile -Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas depto Ingenieria Civil.
- Lanao Jimenez, D. L. (1971). *"Comparacion Tecnico - Economico de dos metodos de Construcccion de Tuneles"* . Lima: Universidad Nacional de ingenieria .
- Leguizamon Galicia, Y. B. (2015). *"Metodologia para realizar perforacion dirigida en la modalidad de Pipe Ramming y Tunnel Liner "*. Colombia : Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas .

- Madueño Auris, A. A. (2018). *"Diseño y ejecución del canal - Tunel para la evacuación de aguas pluviales en Cutervo"*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Monroy , Dinael & Rodriguez, Jaime. (2016). *"Estado del conocimiento de los procesos constructivos en proyectos Tuneleros dentro del contexto colombiano"*. Bogota-Colombia: Universidad Catolica de Colombia.
- Morelos. (1995).
- Palma Bellido, E. (1995). *"Comportamiento en la Atmosfera del Recubrimiento 55% Al Zn sobre acero : comparacion en le recubrimiento Galvanizado"*. Madrid -España: Universidad complutense de Madrid .
- Perforaciones Peru SAC. (Agosto de 2018). Tunel Liner "Linea de Transmision 60Kv Integral Set Chavarria -Set Izaguirre Enel Distribuciones Peru S.A.A-Perforaciones e Ingenieria Peru S.A.C.". Lima, Peru.
- Proctor, R. (1933). *EE.UU Patente n° N° 1,923,008*.
- Proctor, R. V. (1933). *Tunnel Liner. Tunnel Liner*. Washington, EE.UU.
- R.M Vera & F.J. Cañas. (2005). *"comportamiento frente a la Corrosion en Ambientes Marino de Acero Galvanizado y Acero Galvanizado y Pintado.Duplex"*. Colombia: Informacion Tecnologica Vol.16 N°4-2005 pag. 53,58.
- Ramirez ,Julieth Andrea-jerez,Mario Valero-Alvarado, Dario Yesid Peña -Ballesteros ,Jhon Edison Torres -Ramirez. (2015). "Influencia del tamaño del cinc de laminas de acero galvanizado en ambientes que contienen Cloruros y Sulfatos". *Revista facultad de Ingenieria Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia*.
- Ramirez, J. (11 de Agosto de 2015). *Sedapal "Instalacion de Tuberias Mediante Tuneles Para Cruzar Panamericana Norte"*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=OjW40E4xc-8>
- Rodriguez, F. (2001). *"Estudio de la corrosion atmosferica del zinc y el acero galvanizado"*. Tenerife, España: Universidad la Laguna.
- SEDEMI. (2018). *"Galvanizado en Caliente"*. *Manual de Galvanizado en Caliente*.
- Suarez Corrales , Xenia Isabel-Villar Lopez, Rene-Valentino -Corvo Perez Franciscop Eduardo,Marreros Rigoberto. (2014). *"Resistencia al clima Tropical de Aceros Galvanizados con y sin recubrimientos"*. Cuba: Ingenieria Investigacion y tecnologia ISNSN1405-7743 FI-UNAM.

Tecnovial. (2012). Estructuras de acero Corrugado Tunel Liner - Especificaciones Tecnicas , Alcances del Suministros y Asesoría de montaje . *Revista Especializada*.

Tecnovial. (2012). Proceso Construtivo Tunel "Metodo Tunel Liner". *Especificaciones Tecnicas*.

Tupemesa, T. y. (2012). Estructuras de Acero Corrugado -Tunnel Liner. *Tupemesa*.

UNEFA. (2016). Proceso de Conformado de Metales - Laminacion. *Tecnologia Mecanica - Ingenieria Naval . VI semestre*.

Urbacon SA - Tunel Nissan II. (2016). Obtenido de <https://web.facebook.com/Urbacon.mx/videos/609208639248805/>

Wilkoff, A. (1937). Tunnel Liner. Washigton, EE.UU.

5.2 FUENTES ELECTRONICAS

1. <https://docgo.net/viewdoc.html?utmsource=especificaciones-tecnicas-tunel-liner-tupemesa-mayo-2012>
2. <https://www.tupemesa.com.pe/tunnel-liner/>
3. <http://infota.siss.cl/concesiones/empresas/AguasAndinas/03%20Observaciones%20a%20as%20bases/CD%20Obras%20Especiales%20AP/ESTANQUES%20VISCACHAS/SN-81-12/EETT/EETT/COTIZACIONES/Especificaciones%20Tecnicas%20Tunnel%20Liner%20TV-revC.pdf>
4. <https://www.armcostaco.com.br/armco/upload/download/folder TL es 2014.pdf>
5. <http://www.tecnovial.cl/fichas/tunnel-liner>
6. <http://mara-ltda.com/files/FT TUNNEL LINER.pdf>
7. <http://es.calameo.com/books/0015251172dd11216335f>

ANEXO

CALCULOS.

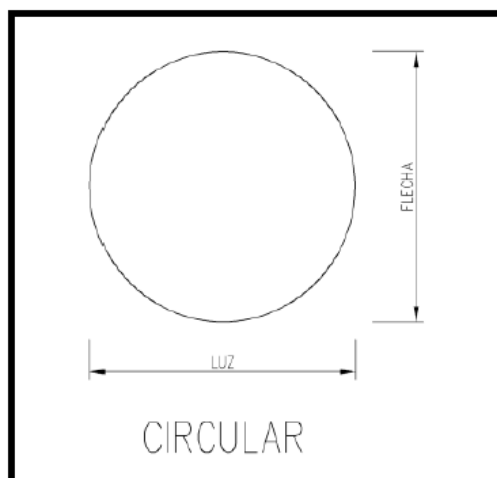
FUENTE: ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.A. – PERFORACIONES PERU SAC – OBRA EJECUTADA. (2018)

TUNEL LINER-“LINEA TRANSMISIÓN 60kV INTEGRAL SET CHAVARRIA – SET IZAGUIRRE”

CALCULOS PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS

SECCIÓN TÍPICA

Espesor : 2.80 mm



NORMA DE DISEÑO

Todo el diseño y detalles deberán regirse por las normas, códigos y estándares siguientes, cada uno en la última revisión.

- ASTM American Society for Testing and Materials
- A 449 Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Stud, Steel, Heat Treated, 120/105/90 psi Minimum Tensile Strength, General Use.

- A 761/A 761M-04 Corrugated Steel Structural Plate, Zinc-Coated, for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches.
- AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials
- LRFD Bridge Design Specifications

PARÁMETROS DE DISEÑO

ACERO:

Calidad de Acero : ASTM A36 Magnelis

f_y : 250

f_u : 410

E : 200055.7

Y acero : $76.93 \frac{kN}{m^3}$

3.2 Relleno (Valores estimados):

Y relleno : $18.13 \frac{kN}{m^3}$

Altura relleno (h) : 3.35 m

ESTRUCTURA:

Radio (R) : 2.14 m

Corrugación : Liner

Espesor : 2.80 mm

Área : 3.52 mm²/mm

Radio de giro (r) : 15.30 mm.

Inercia (I) : 759.20 mm⁴ /mm

Resistencia Juntas : $402.07 \frac{N}{mm}$

Aceleración horizontal : 0.4g (Opción desfavorable, estimada).

ALTURA MÍNIMA DE RELLENO

La altura mínima del recubrimiento sobre la estructura debe ser tal que permita distribuir las cargas puntuales en la superficie y la instalación segura del túnel. Ésta no debe ser menor que la luz de la estructura.

Para este caso, 2.14 m. En efecto,

$$h \geq 2.14 \text{ m}$$

CARGAS DE DISEÑO

Se consideran dos tipos de cargas para el diseño:

a) CARGAS MUERTAS

La carga muerta corresponde al peso sobre la estructura, es decir, el peso del relleno y el peso del pavimento en superficie, más el peso propio de la estructura, luego:

$$p_P = \text{peso relleno}$$

$$p_P = C_{dt} \cdot Y \text{ relleno} \cdot S$$

Donde:

p_P : carga muerta sobre la tubería [kN/m²]

C_{dt} : coeficiente de carga para la instalación del túnel

S : mayor valor entre luz efectiva y flecha efectiva [m]

En que:

$$Y \text{ relleno} = 21 \frac{kN}{m^3}$$

$$\begin{aligned} \text{Altura relleno (h)} &= 4.6 \text{ m} \\ S &= 2.14 \\ h/S &= 2.15 \\ \emptyset &\sim 30^\circ \text{ (Valor estimado).} \end{aligned}$$

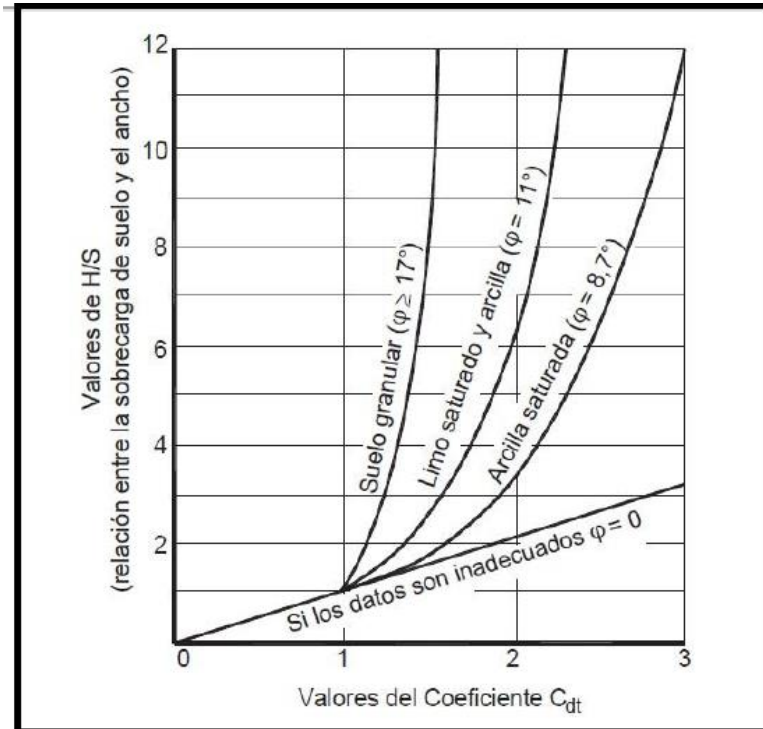


Figura 3: Camión AASHTO HS20 + 20%

$$C_{dt} = 1.17$$

Por lo tanto:

$$p_P = 52.60 \frac{kN}{m^2}$$

b) CARGAS VIVAS

Se considera en el diseño la carga viva correspondiente a un camión HS20, a una profundidad de 4.6 produce una sobrecarga de 3.31 basada en una distribución de tipo Boussinesq. Se considera además, según lo establecido en la normativa un incremento de un 20% en la carga, de esta forma:

$$p_s = 1.2 \cdot 3.31 \text{ kPa}$$

Luego:

$$p_s = 3.97 \text{ kPa}$$

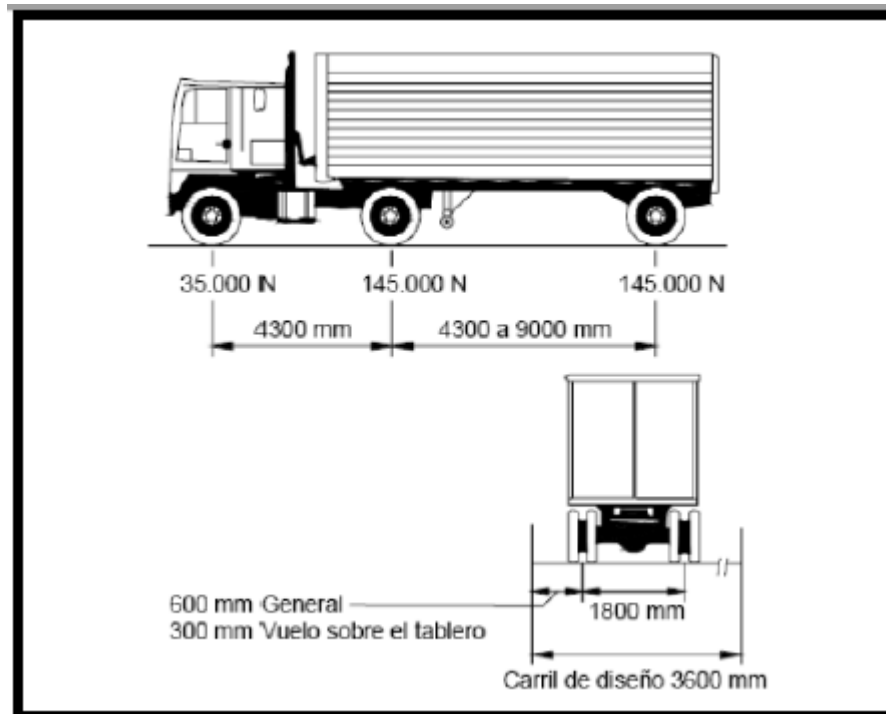


Figura 3: Camión AASHTO HS20 + 20%

COMBINACIÓN DE CARGA

Resistencia 1:

$$p_t = 1.95 \cdot p_p + 1.75 \cdot p_s \cdot (1+IM)$$

Servicio 1:

$$p_t = 1.00 \cdot p_p + 1.00 \cdot p_s$$

Extremo 1:

$$p_t = 1.95 \cdot p_p + 0.50 \cdot p_s \cdot (1+IM) + 1.00 \cdot \frac{2}{3} \cdot A_o \cdot p_p$$

Donde:

IM : factor de carga dinámica [%]

h : altura de relleno [mm]

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot h) \geq 0\%$$

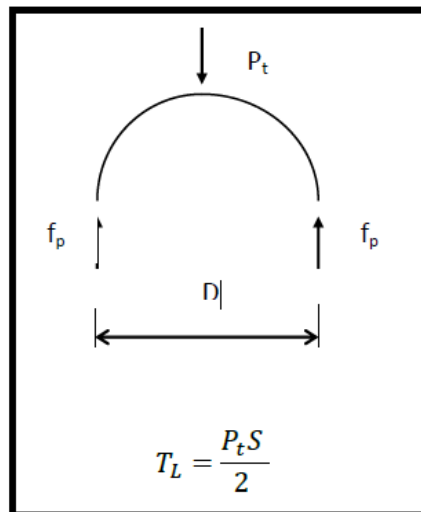
$$IM = 0.00\%$$

El estado límite predominante se obtiene de la combinación extremo 1. De esta forma la carga de diseño es:

$$p_t = 118.58 \text{ kPa}$$

ESFUERZO NORMAL

Las presiones laterales del relleno impiden que la estructura se deforme frente a las cargas verticales (relleno superior), por lo que la alcantarilla trabaja solamente a compresión.



Donde:

T_L : esfuerzo normal mayorado por unidad de longitud [kN/m]

S : mayor valor entre luz efectiva y flecha efectiva [m]

p_t : Presión de diseño mayorada [kN/m²]

Luego,

$$T_L = 126.88 \frac{kN}{m}$$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según AASHTO LRFD, la resistencia nominal a la compresión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_n = \phi \cdot A \cdot \min (F_y ; F_{cr})$$

Donde:

ϕ : coeficiente de reducción de la resistencia, $\phi = 0.67$

A : área de la sección transversal [m²]

F_y : resistencia a la fluencia del acero [MPa]

F_{cr} : resistencia crítica de pandeo [MPa]

Según AASHTO LRFD, la tensión se calcula teniendo en cuenta los problemas de estabilidad de la estructura para esbelteces grandes. La tensión crítica de pandeo se obtiene de las siguientes expresiones:

$$f_{cr} = \begin{cases} f_u - \frac{(f_u k S)^2}{48 E_m}, & S < \left(\frac{r}{k}\right) \sqrt{\frac{24 E_m}{f_u}} \\ \frac{12 E_m}{\left(\frac{k S}{r}\right)^2}, & S > \left(\frac{r}{k}\right) \sqrt{\frac{24 E_m}{f_u}} \end{cases}$$

Donde:

S : luz efectiva de la estructura [m]

E_m : módulo de elasticidad del metal [MPa]

f_u : resistencia a la tracción del metal [MPa]

r : radio de giro de las corrugaciones [m]

k : factor de rigidez del suelo tomado igual a 0,44

Para corrugación Liner de espesor 2.50 mm el radio de giro es 15.30 mm. Por lo tanto

$$f_{cr} = 393.42 \text{ MPa}$$

Luego la resistencia nominal a la compresión es:

$$R_n = 588.76 \frac{kN}{m}$$

En efecto, el diseño verifica que $R_n \geq T_L$ *CUMPLE CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.*

RESISTENCIA DE LAS COSTURAS

La resistencia de las costuras apernadas debe ser superior a la compresión en la pared del conducto, según la expresión siguiente:

$$R_n = \emptyset \cdot R_j$$

Donde:

\emptyset : coeficiente de reducción de la resistencia, $\emptyset = 0.67$

R_j : resistencia de la junta [kN/m]

$$R_n = 269.39 \frac{kN}{m}$$

En efecto, el diseño verifica que $R_n \geq T_L$ *CUMPLE CON RESISTENCIA A LAS COSTURAS.*

MANIPULEO E INSTALACIÓN

Es necesario que las planchas tengan una rigidez mínima para la etapa de instalación, por lo que se limita el espesor a través del factor de flexibilidad siguiente:

$$C^2 = \frac{E_m 1}{S^2}$$

Donde:

S : mayor valor entre luz efectiva y flecha efectiva [m]

E_m : Módulo de elasticidad del metal [MPa]

1 : momento de inercia por unidad de longitud [m⁴/m]

Luego, $C_2 = 33.16 \text{ N/mm}$. El cual según AASHTO LRFD debe ser mayor que 8.75, en efecto

, $C_2 \geq 8.75 \text{ N/mm}$

CUMPLE CON RIGIDEZ AL MANIPULEO.

PRESIÓN ESQUINERA

La presión que el conducto ejerce sobre el suelo no debe superar la tensión admisible de éste, es requisito chequear esta tensión con el informe de mecánica de suelos entregados por un profesional competente. La presión esquinera se calcula según AASHTO LRFD:

$$P_{esq} = \cdot P_t = \frac{R_t}{R_e}$$

Donde:

$P_t =$: presión sobre el conducto [kN/m²]

$R_t =$: radio de curvatura en la clave del conducto [m]

$R_e =$: radio de curvatura en la esquina de mayor curvatura del conducto [m]

En este caso $R_t = 1.07 \text{ m}$ y $R_e = 1.07 \text{ m}$, por lo tanto:

$$P_{esq} = 118.58 \text{ kPa}$$

SE CONCLUYE QUE EL DISEÑO ES SATISFACTORIO.

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Título “LAMINAS DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE Y SU INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCION DE TUNELES POR EL METODO TUNNEL LINER DISTRITO HUACHO, HUAURA-2018”.

Responsable: EDUARDO VICTOR MORALES CASTILLO

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOS TECNICAS	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Variable Dependiente	Campo
¿Cómo las láminas de acero Galvanizado en caliente influyen en la construcción de Túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018.?	¿Explicar cómo las láminas de acero Galvanizado en caliente influyen en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito de Huacho, Huaura-2018.?	Las láminas de acero galvanizado en caliente si tienen una influencia en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018.	Láminas de acero galvanizado en caliente.	Tipo de investigación : Explicativo Diseño : No Experimental.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Libreta de campo. ➤ Hojas de recopilación de información. ➤ Hojas de registro de resúmenes.
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifico	Indicador	Técnicas	Gabinete
¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en la resistencia estructural ante las cargas vivas y muertas en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018.?	¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influye en la resistencia estructural ante las cargas vivas y muertas en la construcción de túneles por el método túnel liner Distrito Huacho, Huaura-2018.?	Las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en forma positiva en la resistencia, estructural ante las cargas vivas y muertas en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura - 2018.	Influencia en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018.	En este tipo de Investigación se ha utilizado diversos software propios de la ingeniería : Office. Ms Project-Gantt. AutoCAD. S10.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hoja de análisis ➤ Laptop
¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con respecto a la	¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con	Las láminas de acero galvanizado en caliente influyen protegiendo contra la			

<p>corrosión en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018?</p> <p>¿Cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con respecto a la simplicidad de maniobra en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018?</p>	<p>respecto a la corrosión en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito de Huacho, Huaura - 2018?</p> <p>¿Explicar cómo las láminas de acero galvanizado en caliente influyen con respecto a la simplicidad de maniobras en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huaura, Huacho-2018</p>	<p>corrosión en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018?</p> <p>Las láminas de acero galvanizado en caliente influyen en forma positiva con respecto a la simplicidad de maniobra en la construcción de túneles por el método Tunnel Liner Distrito Huacho, Huaura-2018.</p>			
---	---	---	--	--	--

FOTOS.

“Láminas de Acero Galvanizado” – Obra 2018 (Tunnel Liner - Lima -2018).



Fuente: ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.-PERFORACIONES PERU SAC-2018.



Fuente: ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.-PERFORACIONES PERU SAC-2018

Tunnel liner Horizontal.- Lima-2018. “OBRA TUNEL LINER –
LINEATRANSMISION 60 Kv INTEGRAL SET CHAVARRIA-SET IZAGUIRRE”



Fuente: ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.A.-PERFORACIONES PERU SAC-2018



Fuente: ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.A.-PERFORACIONES PERU SAC-2018