

Projet de Yuwarnai Kholā Micro Hydro

Gummy VDS, Gorkha

(14 kW)

ETUDE DU RAPPORT DE FAISABILITE

Présenté par :

“Appropriate Engineering”

Butwal-11

Téléphone/Fax: 071437748

E-mail:[appengbtl@gmail.com](mailto:appengbtl@gmail.com)

Mai 2016

Traduction : Eva Roethlisberger & Carole De Meo, juillet 2016

## REMERCIEMENTS

Appropriate Engineering (AE) accorde sa très sincère gratitude à l'association Namaste Gumda, de lui avoir fourni l'opportunité de réaliser l'étude de faisabilité du projet Yumawai Khola Micro centrale hydroélectrique.

Nous remercions le comité d'utilisateurs de leur confiance en nous mandatant pour conduire l'étude de faisabilité du projet de Yuwarnai Khola Micro Hydro situé à Yamgaon, Gumda VDC-4, district de Gorkha.

Nous tenons également à remercier les villageois de Yamgaon de nous avoir accordé leur temps précieux au cours de l'enquête sur le terrain. Nous remercions spécialement M. Maan Bhadur Gurung et M. Ashim Gurung, membres du comité, pour leur soutien sincère et leur coopération lors de la visite sur le terrain. En l'absence de ces personnes, il n'aurait pas été possible de compléter cette enquête. Nous espérons que l'établissement de ce projet dans le village sera favorable à l'amélioration du niveau de vie et que cela contribuera à augmenter sa croissance économique.

Enfin, nous tenons à remercier le membre de l'équipe AE, Mr. Chandra Bahadur Rana (Ramesh), qui mérite nos sincères remerciements pour avoir complété le rapport d'étude à temps.

## **CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

### **Emplacement du projet**

Nom du projet :	Projet Yuwamai Khola Micro Hydro
Nom de la rivière :	Yuwamai Khola
Emplacement :	Gumda VDC, quartier no. -4, Yamgaon
District :	Gorkha
Centre de charge :	Pokhari Danda (18 HH's), Yamgaon (55 HH's), Lapsibot (95 HH's)
Total des ménages bénéficiaires :	168 HHs
Puissance moyenne :	83 watts/HH
Type de propriété :	communauté
Route la plus proche :	Baluwa Bazaar, Gorkha (de juin à septembre) Yamgaun, Gorkha (d'octobre à mai)
Longueur du trajet :	- environ 1 jour de marche depuis Baluwa Bazaar, Gorkha (de juin à septembre) - 3 heures de marche depuis Yamgaon jusqu'au site (d'octobre à mai)
Trajet pour atteindre le site :	Butwal - Barhakilo Gorkha - Chepetaar - Baluwa Bazaar - Barpak - Larpak - Gumda et le site du projet Yamgaon

### **Caractéristiques techniques**

Mesure de décharge :	60 lps
Date de mesure :	25 mars 2016
Décharge conçue :	40 lps
Hauteur de chute :	60 m
Capacité de conception :	14 kW
Efficacité globale :	60 %
Longueur du canal d'amenée :	450 m, tuyau PE-HD Ø 250 mm, 2,5 kgf/cm <sup>2</sup>
Canal de maçonnerie en pierre :	50 m de long, 0,40 m x 0,35 m

### **Electromécanique**

Type de turbine :	Turbine Pelton 250 PCD double jet
Système d'entraînement :	système courroie d'entraînement (courroie Habasite)
Type de générateur :	triphasé, synchrone, sans brosses, 30 kVA, efficacité 87 %, 1500 rpm
Conduite forcée :	167 mm ID, ép. 3,5 mm, tuyau MS, longueur totale 160 m
Réseau transmission/distribution :	ligne à basse tension 230/400 V

### **Détails de transmission**

Longueur totale de la ligne T&D :	2500 m
Ligne monophasée :	1380 m
Ligne triphasée :	1120 m

Longueur totale conducteur Ø 6.93 mm (Squirrel) : 12'000 m  
 Longueur totale conducteur Ø 7.77 mm (Weasel) : 3'000 m  
 Poteaux tubulaires en acier hauteur 9 m : 50 pièces

**Caractéristiques financières**

**Résumé des coûts du projet:**

S.N	Description	Montant NPR	Montant CHF
I.	Travaux civils	3'872'466.22	34'630.00
II.	Travaux électriques	3'668'149.50	32'800.00
III.	Travaux mécaniques	2'978'115.00	26'630.00
IV.	Outils et pièces de rechanges	103'722.70	930.00
V.	Transport et emballage	410'000.00	3'660.00
VI.	Travaux d'installation	275'000.00	2'500.00
	<b>Total</b>	<b>11'307'453.42</b>	<b>101'150.00</b>

Coût par kW : NRS 807675.24 => CHF 7'200.-

## ACRONYMES ET ABBRÉVIATIONS

ACSR : acier conducteur en aluminium renforcé  
AE : Appropriate Engineering  
A : ampère  
m<sup>3</sup> : mètre cube  
kg : kilogramme  
km : kilomètre  
kV : kilovolt  
kVA : kilovoltampère  
kW : kilowatt  
kWh : kilowattheure  
lps : litres par seconde  
PMH : Projet Micro Hydro  
PIM : Projet d'Irrigation Moyen  
m : mètre  
NPR : roupies népalaises  
BA : béton armé  
DDC : diamètre du cercle  
BR : béton renforcé  
TPM : tour par minute  
m<sup>2</sup> : mètre carré  
T&D : Transmission & Distribution  
VDC : Comité de Développement du Village

## RÉSUMÉ

Le site du projet proposé est situé à Yamgaon, quartier no. 4 Gumda VDC du district de Gorkha. Il y a 168 ménages pour ce projet, avec une population totale d'environ 870 habitants. Les centres potentiels de charge du projet comprennent Pokhari Danda, Yamgaon et Lapsibot, VDC Gumda, district de Gorkha, Népal.

La principale source d'approvisionnement est la rivière Yuwamai Khola. La méthode de dilution du sel a été réalisée pour mesurer la décharge. La décharge totale mesurée est de 60 lps. La décharge de la conception du projet est de 40 lps et hauteur de chute disponible est de 60 m. Le projet est conçu pour une capacité installée de 14 kW.

Le canal d'amenée a une longueur totale de 500 m (450 m canalisation plastique et 50 m de canal de maçonnerie). Quant à la conduite forcée, elle est de 160 m, et celle du canal de fuite est de 5 m. Le réseau de transport et de distribution consiste en une ligne à basse tension. La ligne T & D a une longueur totale de 2500 m.

L'entier du coût du projet est estimé à NPR 11'307'453 ( $\approx$  CHF 100'000.-). Il revient à NPR 807'675 ( $\approx$  CHF 7'200.-) par kW. Le coût des travaux civils, mécaniques et électriques est respectivement estimé à NPR 3'872'466 ( $\approx$  CHF 34'630.-), NPR 2'978'115 ( $\approx$  CHF 26'630.-) et NPR 3668149 ( $\approx$  CHF 32'800.-). De même, le coût des autres éléments (outils et pièces de rechange, transport et installation) est de NPR 788'722 ( $\approx$  CHF 6'530.-).

De manière générale le projet est techniquement et financièrement possible. On observe également que les gens de la communauté sont extrêmement intéressés à installer un projet Micro Hydro dans leur localité. Leurs remarques et participation active lors des réunions l'ont démontré, de même que les résultats d'enquêtes de proximité.

Aucun impact négatif sur l'environnement n'aura lieu en raison des activités de construction du projet, les infrastructures seront construites sur un terrain stable et il n'y a aucun besoin d'abattage d'arbres ni de constructions massives.

Le projet a pour objectif de fournir de l'éclairage ainsi que la possibilité de raccorder des installations électriques pour les habitants de la zone rurale de Gumda VDC ; de ce fait, il est fortement recommandé de le réaliser. Il est certain que le projet sera en mesure de fournir un impact positif important à la société et à la communauté en termes de connaissances, ainsi que pour d'autres activités génératrices de revenus.

## INTRODUCTION

Du point de vue du potentiel hydroélectrique, le Népal vient en deuxième position dans le monde, après le Brésil. Cette réalité est devenue un slogan pour une mise en œuvre d'infrastructures hydroélectriques. Ces réalisations auront un rôle important pour améliorer le niveau de vie et la situation économique globale du Népal.

Les projets hydroélectriques lancés jusqu'à présent n'ont malheureusement pas eu un impact identique dans l'ensemble du pays. En raison des coûts d'investissement élevés pour ces projets, le prix de l'électricité est devenu plus coûteuse. Il en va de même pour la distribution d'énergie dans les régions isolées. Ainsi, le concept de projet de centrale Micro Hydro au Népal est devenu plus populaire. De plus, le consommateur est personnellement impliqué dans de tels projets.

Les coûts de production des grandes centrales d'énergie hydroélectrique seraient si chers que l'investissement dans ce secteur n'est pas envisageable. Pour cette raison, le gouvernement adopte une stratégie de développement des projets de centrales Micro Hydro, également dans le secteur privé. Dans notre cas de figure, le programme géré par l'association Namaste Gumda démontre que le projet Yuwarnai Khola Micro Hydro est la meilleure solution pour la stratégie ci-dessus.

Du point de vue de la production électrique, la puissance développée à ce jour semble être toujours en surplus. Paradoxalement, la plupart des villages isolés du Népal sont encore hors de portée de l'énergie électrique. Dans les zones isolées, il n'est économiquement pas réalisable d'accéder au réseau national. Pour cette raison, le concept de Micro centrale Hydroélectrique a obtenu une importance plus large pour satisfaire les demandes en énergie, en utilisant les ressources hydrauliques naturelles. Le gouvernement ainsi que le secteur privé travaillent maintenant dans le domaine des énergies renouvelables, avec l'aide des fonds internationaux, qui incluent le Danemark, la Norvège, la Finlande et beaucoup d'autres. Ils sont spécialement impliqués dans le secteur des Micro centrales Hydroélectriques, pour fournir de l'énergie bon marché aux populations locales, de sorte que l'approvisionnement électrique pourra être développé sur le long terme.

## 1. CONTEXTE

Après discussion et accord entre le comité du projet de Yuwamai Khola Micro Hydro et "Appropriate Engineering" (AE), AE a réalisé l'étude de faisabilité de Yuwamai Khola MHP, Gumda VDC - 4, Yamgaon, Gorkha en mars 2016. L'équipe de projet, comprenant Mr. Chandra Bahadur Rana (Ramesh), a visité le site afin de rassembler les informations techniques et socio-économiques du projet.

L'association Namaste Gumda a motivé et encouragé la communauté pour la réalisation du projet Yuwamai Khola Micro Hydro. L'équipe de projet a observé que la communauté est extrêmement intéressée d'installer une centrale hydro-électrique dans son village. Les colonies se sont très bien formées avec les groupes de maisons répartis à différents endroits.

Le nom du projet "Yuwamai Khola Micro Hydro" vient du nom de la rivière qui coule à travers la communauté. Ce rapport contient le dimensionnement de la centrale hydro-électrique, les relevés de débit d'eau, les composants électriques et mécaniques de l'installation ainsi que les détails de la construction et un devis de réalisation complet, ainsi que des considérations sociales et environnementales.

Le principal objectif de cette enquête est d'évaluer la faisabilité du projet en termes d'aspects techniques, financiers et socio-économiques.

## 2. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie générale inclut la récolte des données primaires, obtenues lors de la visite du site, ainsi que l'enquête menée auprès des populations locales. Une réunion a été organisée afin d'obtenir l'opinion générale de la communauté avant de commencer l'étude du site. Dans un premier temps, l'équipe a mené une reconnaissance avec l'aide de la population locale, puis les mesures détaillées des différentes composantes ont été prises.

L'équipe a mesuré le débit de la rivière le 25 mars 2016. La méthode de dilution du sel a été utilisée pour la mesure du débit.

L'inclinomètre, le mètre à ruban et la boussole magnétique ont été utilisés pour mesurer l'alignement du canal d'alimentation, de la conduite forcée, de la centrale électrique et du canal de fuite. L'équipe a finalisé l'emplacement de la zone des prises d'eau, la rampe de dégravage/bassin de dessablage et la zone du canal d'amenée. Le réseau de transport/distribution a été étudié à l'aide d'un mètre à ruban et d'une boussole magnétique.

L'équipe a également recueilli les données socio-économiques nécessaires lors d'une réunion plénière, avec l'aide des membres de la communauté, ainsi que lors de rencontres individuelles organisées dans le but d'obtenir les informations nécessaires. Ainsi, les renseignements recueillis ont été analysés afin d'étudier la faisabilité technique et économique du projet. Ce rapport détaille la faisabilité et les résultats de cette enquête.

### **3. INFORMATION GENERALE DU PROJET**

#### **3.1 Emplacement et accessibilité**

Le site de la centrale électrique proposé est situé sur les terres cultivées du quartier N°4 du VDC Gumda district de Gorkha. Le projet servira un total de 168 ménages du quartier numéro 4 et numéro 5 de Gumda VDC. Les structures du projet sont situées le long de la rive gauche de Yuwamai Khola.

Les bénéficiaires du projet comprennent les agglomérations de Pokhara Danda, Yamgaon et Lapsibot, du district de Gorkha. L'agglomération la plus éloignée est à deux kilomètres de la centrale.

Au cours de la saison de la mousson, la route est accessible jusqu'à Baluwa Bazaar. Cependant pendant les autres mois, la zone du projet est accessible pour le transport de marchandise jusqu'à Yamgaon, Gumda CDV (d'octobre à mai). Depuis Yamgaon, il faut compter environ 1 heure de marche pour accéder au site, et 3 heures pour le transport des marchandises.

#### **3.2 Topographie et géographie**

Le site du projet est situé à environ 1 jour à pieds de Baluwa Bazaar, Gorkha terminus de la route et de la ligne de bus (active de juin à septembre). Les caractéristiques topographiques du projet ont été déclarées favorables pour les travaux de construction du projet micro hydro. Le site de la centrale électrique se trouve à une altitude d'environ 1290 m/mer.

Les structures de l'installation (usine, conduite forcée et bassin) sont situées près d'une fine zone forestière, les terres sur cette parcelle sont incultivables. Selon l'étude, le terrain est fait de terre stable et rocailleuse, agrémentée de quelques arbres. La déclinaison moyenne de la conduite forcée est d'environ 26°. Le cours d'eau peut généralement être décrit comme en pente douce autour de la zone d'admission.

#### **3.3 Climat et végétation**

Selon les informations du département de géomorphologie (climat/relief) du Népal, le site du projet est situé dans la partie nord du district de Gorkha, dans une région vallonnée. Il y règne un climat semi-tropical. Les deux saisons de l'année sont bien marquées, avec des variations typiques à cette région. La végétation naturelle se compose de buissons, de terres cultivées et incultivées ainsi que de zones boisées.

## **4. TAILLE DE LA CENTRALE HYDRO-ELECTRIQUE**

### **4.1 Utilisation de l'eau**

Avant la conception efficace d'un projet d'énergie hydroélectrique, il faut analyser l'utilisation du cours d'eau ainsi que d'autres objectifs locaux. Pour le cas de ce projet Yuwamai Khola Micro Hydro, l'eau de la rivière dans ce secteur n'est actuellement pas exploitée à d'autres fins. Il n'y a pas de moulins à eau ou d'autres systèmes MHP à proximité. Par conséquent, le site proposé ne modifie pas l'utilisation de l'eau.

Au niveau légal, il n'y a aucune contre-indication pour l'installation du projet Micro Hydro dans la région.

### **4.2 Décharge de conception**

Le 25 mars 2016, l'équipe a mesuré un débit d'environ 60 lps à Yuwamai Khola, en utilisant la méthode de dilution du sel. Comme le canal d'amenée est constitué d'environ 450 m de béton ouvert et 50 m de canal de tuyaux PEHD - en prenant compte les pertes de charges - le débit final disponible sera de 40 lps.

### **4.3 Taille de l'installation proposée**

La taille proposée de la centrale hydroélectrique est 14 kW, avec un débit de 40 lps et une déclinaison brute de 60 m. Le rendement global est de 55%.

## **5. MISE EN PLACE DU PLAN**

L'emplacement principal du site est la rivière Yuwamai Khola. Les installations se situent sur la rive droite de la rivière. L'eau se jette à l'avant du bief, en passant par la canalisation en PEHD. La conduite forcée passe le long d'un terrain légèrement incliné et traverse des terres incultivables. L'emplacement de la centrale électrique se trouve également en terre incultivable. Un canal d'aval d'une longueur de 5 m permet à l'eau de s'écouler en toute sécurité.

### **5.1 Constructions**

#### **5.1.1 Structure d'admission**

L'emplacement de la prise d'eau est à environ une demi-heure de marche du site de la centrale. Un sentier mène à la source d'admission. Le détail de l'admission ainsi que les aménagements nécessaires pour le détournement de l'eau vers le canal ont été détaillés dans la section "plan". L'estimation de ce travail a été fourni dans le devis.

#### **5.1.2 Bassin de dessablage**

Le bassin de dessablage est situé à une distance de 50 m de la source d'admission. Ce bassin est conçu pour supprimer les alluvions de plus de 0,3 mm. L'espace de décantation du bassin de dessablage mesure 6 m de long, 2,5 m de large et 1 m de profond. Un cône de rinçage d'un diamètre de 200 mm et d'une hauteur de 1,2 m a été défini pour laver et évacuer les matériaux en dépôt. De même, un dispositif de débordement d'une longueur de 1,5 m, avec un fossé collecteur et un évacuateur de crues, a été défini pour sécuriser l'écoulement et le débordement de l'eau. Une grille de filtrage de 400 mm x 500 mm est prévue à l'entrée du tuyau du canal.

#### **5.1.3 Canal d'amenée**

La longueur totale de l'amenée est de 500 m, la première partie (50 m, de l'admission au bassin de dessablage) consistant en un canal ouvert. Pour la partie restante (450 m), une conduite en polyéthylène haute densité (PE-HD) d'un diamètre de 250 mm et 2,5 kg/cm<sup>2</sup> est prévu. Il est conseillé d'enterrer cette conduite à une profondeur de 0,5 m.

#### **5.1.4 Bief d'amont du bassin de dessablage**

Le bief d'amont mesure environ 500 m de l'admission jusqu'au bassin. La zone d'accueil du bassin est quasiment plate. L'espace disponible est suffisant pour la construction du bassin. La taille du réservoir est de 2,5 x 0,6 (zone de décantation uniquement). Une fine grille de filtrage est également proposée à l'entrée de la conduite forcée. Un cône de rinçage d'un diamètre de 200 mm et d'une longueur de 1,2 m est prévu pour nettoyer les matériaux en dépôt.

De plus, un dispositif de débordement d'une longueur de 1,5 m, avec un fossé collecteur et un évacuateur de crues, a été défini pour sécuriser l'écoulement de l'eau dans un ravin à proximité. Une fine grille de filtrage de 0,8 m x 0,5 m a également été prévue à l'entrée de la conduite forcée.

#### **5.1.5 Conduite forcée**

La longueur totale de la conduite forcée est de 160 m. Des tuyaux en acier doux ont été proposés pour sa construction. Leur diamètre est de 167 mm et leur épaisseur de 3,5 mm. Ils sont conçus

pour assurer un débit de 40 lps. 5 coudes verticaux sont prévus pour l'alignement de la conduite forcée.

Chaque tuyau mesure 3 m de long. Une épaisseur du rebord de jointure de 10 mm pour 3,5 mm a été proposée afin de connecter les éléments. Les tuyaux de la conduite forcée sont reliés par des boulons haute résistance de 1,5" de long et de 12 mm de diamètre. A chaque jonction, des boulons avec écrou 8 sont proposés avec un joint O-Ring de diamètre 6 mm, pour étanchéifier les conduites.

La pente naturelle moyenne du terrain sous l'alignement de la conduite forcée est d'environ 26°. La composition géologique du terrain le long de la conduite forcée est stable et est constitué de terres incultivables. 8 blocs d'ancrage (5 à chaque courbe verticale et 3 à la partie droite) sont prévus, suivis de 8 joints de dilatation. Il est conseillé d'ériger la conduite forcée du bas vers le haut. Au total, 28 piliers de soutien ont été proposés à une intervalle d'environ 4,5 m pour soutenir la conduite forcée.

### **5.1.6 Centrale électrique**

Le bâtiment abritant la centrale est situé en terre incultivable. Les dimensions extérieures du bâtiment de la centrale, y compris le quartier de l'opérateur, sont de 5 m x 7,5 m x 2,7 m. La construction du bâtiment a été proposée en briques de mortier, de boue et de plâtre avec 1:6 c/s mortier sur le mur intérieur et 1:3 c/s sur le mur extérieur. Un ciment (composition 1:2:4 PCC) est prévu pour le sol et des plaques de tôle ondulées (CGI) pour la toiture.

### **5.1.7 Fondation pour les machines / Canal de fuite**

Un ciment (composition 1:2:4 RCC) est prévu pour la fondation de la machine. La taille et le type de fondation dépendent de la structure de base fournie par le fabricant de la turbine.

Le canal de fuite en maçonnerie de pierre mesure 5 m de long. A l'intérieur de la centrale, il est recouvert de dalles préfabriquées. Le bief d'aval peut être rejeté dans la rivière.

## **5.2 Composants Electro-mécaniques**

Tous les composants électromécaniques, sauf le générateur et la vanne papillon, sont fabriqués au Népal.

### **5.2.1 Vanne**

Une vanne papillon d'un diamètre de 200 mm (environ 8") avec adaptateur a été proposée à l'avant de la turbine, afin de réguler le débit d'eau de la conduite forcée.

### **5.2.2 Turbine / générateur**

Le composant turbine/générateur est conçu pour une hauteur de chute de 60 m ainsi qu'un débit de 40 lps.

#### **5.2.2.1 Turbine**

Pour une hauteur de chute de 60 m et un débit de 40 lps, une turbine Pelton de 250 mm PCD, double jet, a été proposée. La turbine doit être équipée d'un système de valve manuelle qui régule l'écoulement par le biais d'un système de déflecteur.

La sortie de l'arbre de la turbine, prévu à la tête de conception, doit être conçue pour une utilisation d'au moins 16 kW. La construction et les roulements sont prévus pour résister à la vitesse d'emballement de la turbine. Les roulements/supports, doivent prendre en compte le poids de la charge statique, afin de protéger les systèmes d'entraînement.

### **5.2.2.2 Système d'entraînement**

Une courroie crantée de taille A3 Habasit est recommandée comme système d'entraînement.

### **5.2.2.3 Générateur**

Un générateur délivrant en permanence 14 kW de puissance avec les spécifications suivantes est proposé :

- 30 kVa, synchrone, triphasé, ins Cls. -F
- 400/230 Volt
- 50 Hz
- 1500 rpm
- 0,8 facteur de puissance
- alternateur sans balais
- 90% d'efficacité

La taille et le type du générateur sont compatibles avec le système de régulation électronique. La construction et les roulements doivent être adaptés pour résister à la vitesse d'emballement de la turbine.

### **5.2.3 Système de contrôle**

Un tableau de commande avec des instruments de contrôle, des systèmes de protection ainsi qu'un appareillage de connexion sont proposés. Trois résistances de décharges en cas d'immersion (par phase de 6 kW) ont été proposées dans un réservoir d'eau courante séparé. Les instruments de contrôle proposés comprennent : trois ampères-mètres, un générateur de tension avec commutateur de sélection, trois voltmètres de ballast (dans ce cas, il peut être en fonction du type de régulateur), un fréquencemètre ainsi qu'un wattmètre, pour contrôler la puissance de sortie en kWh. Le système de protection doit inclure des fusibles de taille adaptés / MCCB'S (MCCB 40 Amp. 10 KA capacité de rupture) L & T de 2 nos., afin de protéger contre les surcharges et les court-circuits sans endommager le générateur et d'autres équipements de contrôle.

### **5.2.4 Câblage de la centrale électrique**

Des câbles de cuivre blindés de 25 mm<sup>2</sup> sont proposés pour connecter le générateur, le panneau de contrôle, ainsi que régulateur à l'intérieur de la centrale. De même, un câble en aluminium blindé 4-core de 35 mm<sup>2</sup> est proposé pour la connexion entre l'interrupteur principal et le premier pôle. Les câbles doivent correspondre au minimum à 170 % du courant maximal nécessaire à effectuer. Pour finir, 3 lampes à incandescence et une prise d'alimentation, avec interrupteurs et fusibles adaptés, sont proposées pour l'utilisation de la centrale.

### **5.3 Transmission / Réseau de distribution**

Le générateur transmet le courant aux centres de charge via une ligne aérienne triphasée de 11 kVA Haute Tension (HT). La conception et la construction de la ligne aérienne a été simplifiée pour réduire le coût du projet en utilisant autant que possible les ressources locale disponibles.

La longueur totale de la ligne de transmission et de distribution est de 2500 m. Le réseau de transport et de distribution se compose de poteaux, de conducteurs et d'isolants.

#### **5.3.1 Poteaux**

Au total, 50 poteaux de 9 m en acier tubulaire sont proposés pour le réseau de transport et de distribution. Au moins 1,2 m du poteau doit être enterré dans le sol. La partie inférieure du poteau doit être enrobée de bitume, de telle façon qu'une longueur d'au-moins 0,3 m reste au-dessus du niveau du sol. La distance moyenne d'un poteau à un autre est de 50 m. Toutefois, en cas de franchissement de vallée, le doublement des poteaux des deux côtés du vallon est nécessaire. L'ensemble des poteaux doit constamment rester câblé.

#### **5.3.2 Conducteur**

Pour la transmission/distribution de l'énergie produite, les conducteurs d'aluminium renforcé suivants (ACSR) sont proposés :

Longueur totale conducteur Ø 6.93 mm (Squirrel) 12'000 m  
Longueur totale conducteur Ø 7.77 mm (Weasel) 3'000 m

Les tailles des conducteurs sont indiquées dans la section "dessin". La taille du conducteur a été déterminée en gardant à l'esprit les demandes anticipées de surcharges dans chacune des branches. La ligne a été conçue de telle sorte que, aux heures de pointe, la tension maximale tombe à chaque fin de ligne de distribution et qu'elle ne dépasse pas les 10 %.

#### **5.3.3 Lignes de Service**

Des câbles concentriques de 4 mm<sup>2</sup>, en aluminium, ont été proposés pour la connexion des ménages. Le câblage interne de chaque ménage doit être relié par un commutateur de limitation de charge de taille adaptée (MCB)

### **5.4 Système de Protection**

#### **5.4.1 Protection de la ligne aérienne**

Les lignes aériennes de distribution/transmission ACSR doivent être protégées contre les surcharges dues à la foudre avec des parafoudres de 0,5 kV et 11 kV, respectivement installés le long de la ligne de transmission. 30 paratonnerres ont été proposés pour les lignes de transmission. Les parafoudres devraient être installés à l'extrémité de la ligne (juste à côté de la centrale) et à un intervalle de 500 à 700 m le long de la ligne de distribution/transmission.

#### **5.4.2 Système de Protection**

Un coupe-circuit de 50 A MCCB est proposé au niveau du transformateur de la centrale et un autre de 50 A MCCB est proposé au niveau du transformateur de charge du village. Un coupe-circuit de 40 A MCCB est proposé au niveau du transformateur du village de Lapsibot. Des précautions doivent être prises lors de mise à la terre des panneaux de distribution afin de ne pas rendre les dispositifs de défaut de terre inutiles. On a pris soin de définir l'emplacement et la taille des MCB de telle sorte que les défauts d'isolement n'engendrent pas de nuisances.

#### **5.4.3 Système de mise à terre**

Toutes les parties métalliques de l'équipement de production doivent être mises à terre correctement. La borne neutre du générateur (ou la fin neutre du générateur) doit également être reliée à un point de terre séparé.

Au total, un ensemble de 30 parafoudres est proposé. Chaque parafoudre ne devrait pas être espacé de plus de 750 m, ce qui est plus que suffisant, selon les normes Inerim Micro Hydro de ESAP. Chaque station de parafoudre doit être mise à terre en utilisant des conducteurs en cuivre de 8 SWG. Des plaques de mise à terre en cuivre, de 3 mm x 600 mm x 600 mm, doivent être utilisées au tableau de distribution principale. Chaque tableau de distribution doit être correctement connecté par des mises à terre séparées. La mise à la terre doit être faite avec le même conducteur ainsi qu'avec les mêmes plaques mentionnées précédemment.

#### **5.4.4 Protection du consommateur**

Toutes les connexions des consommateurs doivent être protégées par MCB/PTC, correspondant aux normes requises à l'abonnement de taxe électrique du consommateur. Il est recommandé d'installer un coupe-circuit de 0,5 A MCB aux connexions du consommateur. Ce dernier doit être enrobé d'émail et être intégré dans des boîtiers métalliques à verrouillage. Un câblage adéquat ainsi que des bornes de connexion doivent être fournis pour assurer un service soigné et efficace de connexion du câble.

## 6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 6.1 Conclusions

L'entier du coût du projet est estimé à NPR 11'307'453 (≈ CHF 100'000.-). Il revient à NPR 807'675 (≈ CHF 7'200.-) par kW. Le coût des travaux civils, mécaniques et électriques est respectivement estimé à NPR 3'872'466 (≈ CHF 34'630.-), NPR 2'978'115 (≈ CHF 26'630.-) et NPR 3668149 (≈ CHF 32'800.-). De même, le coût des autres éléments (outils et pièces de rechange, transport et installation) est de NPR 788'722 (≈ CHF 6'530.-).

Le coût des travaux de génie civil du projet sont relativement élevés à cause des coûts de main d'œuvre. En général, il semble que le projet est techniquement et financièrement possible. On observe également que les gens de la communauté sont extrêmement intéressés à installer un projet Micro Hydro dans leur localité, grâce à leurs remarques et participation active aux discussions.

Aucun impact important de l'environnement n'aura lieu avec la construction du PMH. Il n'y aura aucun besoin d'abattage d'arbres ni de construction importante pour ce projet. Le projet permettra de fournir un éclairage dans les habitations ainsi que la possibilité de raccorder des appareillages électriques ; de ce fait il est fortement recommandé de le réaliser. Il est certain que le projet sera en mesure de fournir un impact positif important à la société et à la communauté, en termes de connaissance, ainsi que pour d'autres activités génératrices de revenus.

Pour la réalisation de ce projet, des techniciens expérimentés devront être impliqués. Le projet sera réalisé avec l'aide et la supervision des organisations réputées comme "Appropriate Engineering", "Himalaya Eco-environment Youth Club" et "Namaste Gumda Népal".

### 6.2. Recommendations

- i) Le comité de mise en œuvre du projet (Yuwamai Khola MHP) devrait avoir inscrit les droits d'eau au sein du Comité des ressources des eaux du district (DWRC) et organiser d'autres documents nécessaires au Comité de développement du district (DDC) et le Comité de développement du village (CDV)
- ii) Avant les travaux d'installation, le comité devra avoir fait un accord écrit avec les propriétaires (terres privées utilisée pour des structures publiques).
- iii) Il est également recommandé d'organiser une formation de fonctionnement et d'entretien pour les opérateurs et le directeur avant la mise en marche du plan.

**Details Cost Estimation of  
Yuwamai Khola MHP 15 kW  
Gumda VDC, Yamgaun, Gorkha  
Head: 60 meters, Flow: 40 lps, HH's no.: 160**

**I. Civil Works**

**1.0 Intake and Diversion work**

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
1.1	Earth work in excavation (Boulder mix soil under water)	Cum	11.85	750	8887.5
1.2	Stone soling	Cum	2.32	950	2204
1.3	PCC (1:3:6)	Cum	0.62	7520.3	4662.58
1.4	PCC (1:2:4)	Cum	0.86	9772.2	8404.92
1.5	Bar work (10 mm dia. Bar)	Kg	21	160	3360
1.6	Stone masonry in 1: 6 c/s mortar	Cum	7.95	5260.3	41819.38
1.7	Gabion Construction (2m x 1m x 1m)	Nos	20	7520.3	150406
1.8	Course Trash rack (0.60m x 0.75m)	No	1	7500	7500
1.9	Wooden Stop log	No	1	5000	5000
1.10	Cement (50 kg)	Bag	18	1500	27000
	<b>Sub Total- 1</b>				<b>217466.89</b>

**2.0 Desilting basin**

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
1.1	Earth work in excavation (Boulder mix soil under water)	Cum	22.3	550	12265
1.2	Stone soling	Cum	25.56	950	24282
1.4	PCC (1:2:4)	Cum	5.8	9772.2	56678.76
1.6	Stone masonry in 1: 4 c/s mortar	Cum	20.3	5780.2	117338.06
1.7	1:4 c/s plastering	Sqm	72.9	380	27702
1.8	Sluice gate (1.3 m Height & 0.50 m x 0.50m opening)	Nos	1	25000	25000
1.9	Cement (50 kg)	Bag	75	1500	112500
	<b>Sub Total- 2</b>				<b>375766.52</b>

**3.0 Headrace Canal (New Proposed Canal)**

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
3.1	Excavation in (Gravel mix soil)	Cum	45.2	210	9492
3.2	Stone soling	Cum	45.2	950	42940
3.3	PCC (1:3:6)	Cum	7.3	7520.3	54898.19
3.4	Stone masonry in 1: 6 c/s mortar	Cum	45.2	5260.3	237765.56
3.5	1:6 c/s plastering	Sqm	270.3	260.5	70359.09
3.6	Form work	Sqm	36.3	350	12705
3.7	Cement (50 kg)	Bag	70	1500	105000
	<b>Sub Total- 3</b>				<b>533159.84</b>

#### 4.0 Forebay cum desalting basin

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
4.1	Earth work in excavation (Common Soil)	Cum	26.8	150	4020
4.2	Stone soling	Cum	20.1	950	19095
4.3	PCC (1:2:4)	Cum	7.3	12500	91250
4.4	Stone masonry in 1: 4 c/s mortar	Cum	22.6	6500	146900
4.5	1:4 c/s plastering	Nos	165	380	62700
4.6	Sluice gate (1.3 m Height & 0.50 m x 0.50m opening)	Nos	1	25000	25000
4.7	Fine Trash rack (1.00 m x 1.00 m)	Nos	1	7500	7500
4.8	Airvent pipe (1" dia GI pipe, 1.5 m height)	Set	1	3500	3500
4.9	Cement (50 kg)	Bag	100	1500	150000
	<b>Sub Total- 4</b>				<b>509965</b>

#### 5.0 Support piers (55 nos)

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
4.1	Earth work in excavation (Common Soil)	Cum	160.9	150	24135
4.3	PCC (1:3:6)	Cum	4.12	5260.3	21672
4.4	Stone masonry in 1: 6 c/s mortar	Cum	57	7520.3	428657.1
4.5	C' clamp & 2 Anchor rods with nut & washer	Set	55	370	20350
4.6	Penstock Base Plate	Nos	55	1800	99000
4.7	Bitumen Sheet	Roll	1.25	3750	4687.5
4.8	Cement (50 kg)	Bag	210	1500	315000
	<b>Sub Total- 5</b>				<b>913501.6</b>

#### 6.0 Anchor blocks (8 nos)

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
4.1	Earth work in excavation (Common Soil)	Cum	8.49	150	1273.5
4.2	1:3:6 PCC with 40% with 40 % plumb	Cum	29.37	6530.2	191791.97
4.3	Bar work (10 mm dia. bar)	Kg	116	160	18500
4.4	Dry stone masonry	Cum	11.94	1900	22686
4.5	Form work	Sqm	39.69	350	13650
4.6	Cement (50 kg)	Bag	70	1500	105000
	<b>Sub Total- 6</b>				<b>352901.47</b>

#### 7.0 Power House

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
7.1	Earth work in excavation (Common Soil)	Cum	30.5	150	4575
7.2	Stone Soling	Cum	9	950	8550
7.3	1:2:4 PCC	Cum	2.25	12500	28125
7.4	Stone masonry in mud mortar	Cum	61.29	1900	116451
7.5	Plaster with 1: 4 cement sand mortar	Cum	98.08	380	37270.4
7.6	Pointing with 1:3 c/s mortar	Sqm	69.83	250	17457.5
7.7	Doors and Windows				
7.7.1	Sal wood work 4" x 3" chaukosh	Cft	12.76	1050	13398
7.7.2	Sal wood shutter (11/2" thick Dina khapa of door)	Sqft	44.97	250	11242.5

7.7.3	Sal wood shutter (1 1/2" thick Sisa Khapa of window)	Sqft	67.46	240	16190.4
7.7.4	4 mm thick glass for window	Sqft	44.97	160	7195.2
7.7.5	Miscellaneous (Hing, Locker, Handle, Screw, Nail etc.)	L.S.	1	4500	4500
7.8	Sal wood for roofing truss	Cft	81.01	700	56707
7.9	26 SWG CGI sheet roofing	Sqm	69.36	3250	225420
7.10	CGI sheet ridging	Rm	9.45	350	3307.5
7.11	Cement (50 kg)	Bag	30	1500	45000
	<b>Sub Total- 7</b>				<b>478938.5</b>

### 8.0 Machine Foundation

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
8.1	Earth work in excavation (Common Soil)	Cum	10.5	150	1575
8.2	Stone Soling	Cum	2.1	950	1995
8.3	Dry Stone Masonry	Cum	5.6	1950	10920
8.4	1:1.5:3 RCC	Cum	7.3	13000	94900
8.5	10 mm dia. Bar work	Kg	150	160	24000
8.6	Plaster with 1:4 cement sand mortar	Sqft	8.3	280	2324
8.7	Form work	Sqft	9.7	350	3395
8.8	Cement (50 kg)	Bag	40	1500	60000
	<b>Sub Total- 8</b>				<b>199109</b>

### 9.0 Tailrace

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Cost
8.1	Earth work in excavation (Common Soil)	Cum	48.38	150	7257
8.2	Stone Soling	Cum	10.5	950	9975
8.3	1: 2: 4 PCC	Cum	7	9772.2	68405.4
8.4	Bar work 10 mm dia. Bar	Cum	284	160	45000
8.5	Stone masonry in 1: 4 c/s mortar	Kg	9.45	6500	61425
8.6	Plaster with 1: 4 cement sand mortar	Sqft	61.89	380	23520
8.7	Form work	Sqft	24.5	350	8575
8.8	Cement (50 kg)	Bag	45	1500	67500
	<b>Sub Total- 9</b>				<b>291657.4</b>

### Summary of Civil Costs (Component wise)

S.N.	Description	Amount	%
1	Intake and Diversion work	217466.89	
2	Desilting basin	375766.52	
3	Headrace Canal (New Proposed Canal)	533159.84	
4	Forebay cum desilting basin	509965	
5	Support pipes (22 nos)	913501.6	
6	Anchor Blocks	352901.47	
7	Power House	478938.5	
8	Machine Foundation	199109	
9	Tailrace	291657.4	
	<b>Total of Civil Works (I)</b>	<b>3872466.22</b>	

## II. Electrical Works

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Amount
1	Generator: Synchronous, 3 Ph. 30 KVA, Brushless	Set	1	280000	280000
2	Governing System (Control):				
	ELC 18 KW	Set	1	200000	200000
3	Heater for ballast load 18 KW with water tank	Set	1	60000	60000
4	Transmission Cable:				
	Squirrel	Mtr	12000	26.5	318000
	Weasel	Mtr	3000	36.8	110400
	Rabbit	Mtr			
	Dog	Mtr			
5	Main Switch				
	HRC fuse type, 3 Phase 63 amp, Havells	Nos	1	18500	18500
6	MCCB				
	MCCB 50 Amp, 10 KA breaking capacity	Set	2	15000	30000
	MCCB 40 Amp, 10 KA breaking capacity	Set	1	15000	15000
8	Insulator				
	Medium saddle insulator with 'D' iron, nut, bolt etc	Set	230	250	57500
11	Lighting Arrestors				
	0.5 kVA	Nos	18	1800	32400
	11 kVA	Nos	12	4500	54000
14	Earthing Arrangement				
	Copper: plate 600x600x3 mm including 8 SWG wire	Set	9	18000	162000
15	Stay set				
	1.5 m rod including wire	Set	50	1850	92500
16	6 mm <sup>2</sup> service wire (Concentric cable, 25m x 262 house)	Mtr	3000	26	78000
17	Power cable:				
	Power Cable: 25 mm <sup>2</sup> armoured copper (4 core)	Mtr	20	1850	37000
	35 mm <sup>2</sup> armoured aluminium cable	Mtr	25	970	24250
18	50 kVA Transformer H.T	Nos	1	430000	430000
	50 kVA Transformer L.T	Nos	1	430000	430000
19	DO fuse	Set	2	15000	30000
20	Cross Arm 1200mm	Nos	40	1250	50000
	Cross Arm 2000mm	Nos	14	2500	35000
21	Pin Insulators	Set	120	560	67200
22	Disk Insulators	Set	24	1350	32400
23	Brazing sheet	Nos	80	250	20000
24	Power house wiring	LS	1	7000	7000
25	Pole:				
	Wooden pole 7 meter long	Nos			
	Steel pole 9 meter long	Nos	50	11500	575000
	<b>Sub - Total - II</b>				<b>3246150</b>
	<b>13 % VAT included</b>				<b>421999.5</b>
	<b>Total of Electrical Works (II)</b>				<b>3668149.5</b>

### III. Mechanical Work

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Amount
1	Turbine :				
	Double Jet Pelton (runner dia . 300 mm) with safety guard	Set	1	350000	350000
2	Base Frame	Set	1	35000	35000
3	Butterfly valve: 200mm (8" standard) mm Dia.	No	1	65000	65000
4	Adaptor	No	1	15000	15000
5	Power Transmission :				
	Habasit Belt type A3	Set	1	75000	75000
6	Pulley for turbine and generator	Set	2	15000	30000
7	MS Penstock pipe. 200 mm Dia , 3.5 mm thick	Mtr	160	2800	448000
8	Expansion joins. 200 mm Dia.	Set	8	10000	80000
9	Bend pipe	Nos	5	7500	37500
10	HDPE pipe (head race canal) 250mm dia.	Mtr	500	3000	1500000
	<b>Sub Total III</b>				<b>2635500</b>
	<b>13 % VAT included</b>				<b>342615</b>
	<b>Total of Mechanical Works (III)</b>				<b>2978115</b>

#### IV. Tools & Spare Parts

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Amount
	Tools				
	Clamp meter	Nos	1	7000	7000
	Open wrench 6mm to 30 mm	Set	1	8850	8850
	Ring wrench 10mm to 30mm	Set	1	8850	8850
	Allan key wrench	Set	1	2500	2500
	Screw driver	Set	1	500	500
	Hammer 2.5 LBS	Nos	1	500	500
	Insulation tape	Nos	6	15	90
	Sub Total				28290
	Spare Parts				
	Volt meter	Nos	2	2500	5000
	Glass fuse and HRC fuse	Nos	3	1500	4500
	Thyrister	Nos	2	7000	14000
	Aluminum Ladder	Nos	2	20000	40000
	Sub Total				63500
	Total				<b>91790</b>
	<b>13 % VAT included</b>				11932.7
	<b>Total - IV</b>				<b>103722.7</b>

#### V. Transportation & Packing

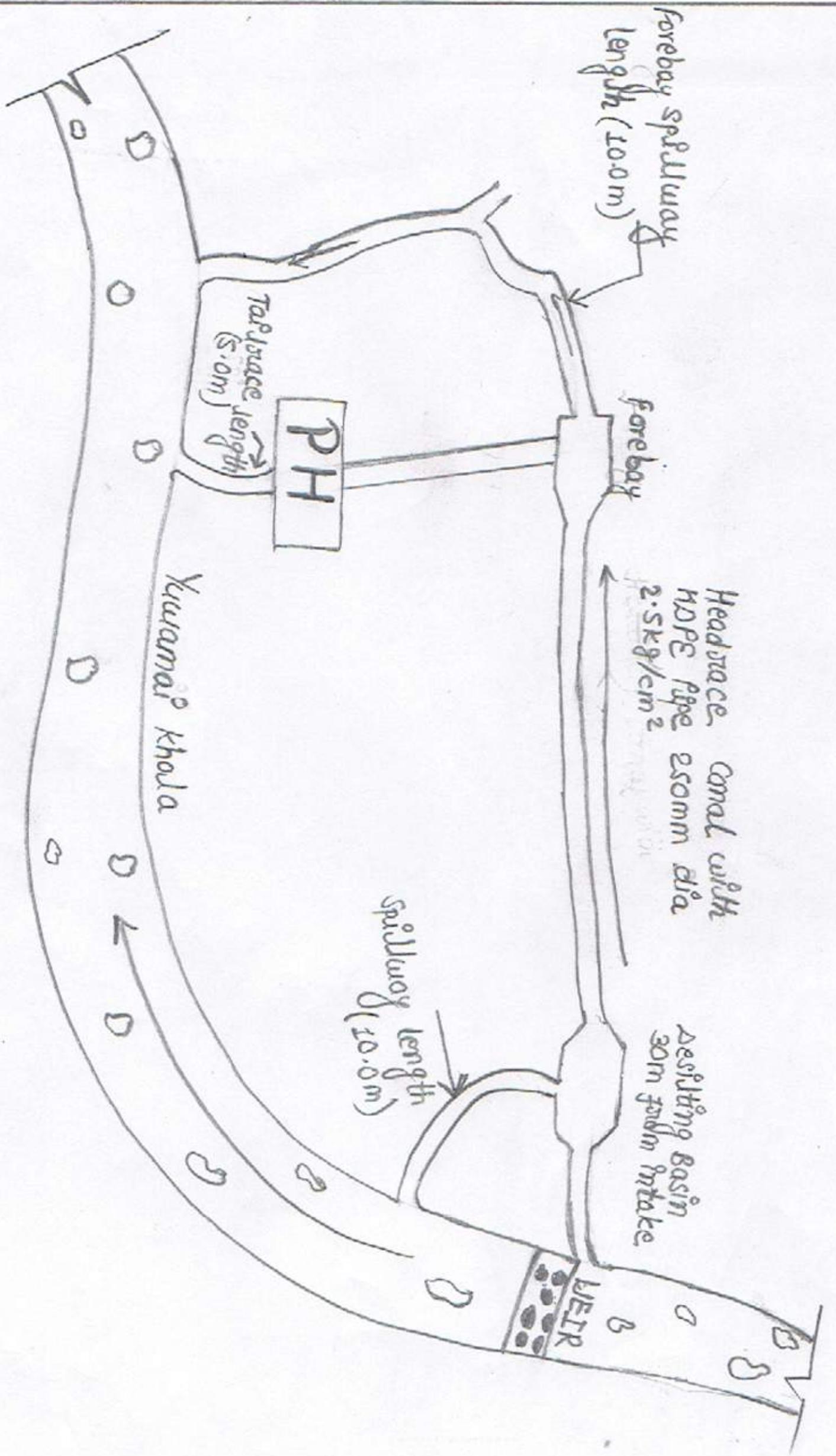
S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Amount
1.	Packing charge of Electro Mechanical Equipment	L,S.	1	20000	20000
2.	Transportation by Truck				
2.1.	<i>Butwal to Gorkha</i>	Trip	1	60000	60000
2.2.	<i>Gorkha to Lapu</i>	Trip	1	180000	180000
3.	Transportation by porter from the Road head				
3.1.	Easy Load	Kg	3000	10	30000
3.2.	Uneasy Load	Kg	6000	20	120000
	<b>Sub Total-IV</b>				<b>410000</b>

#### VI. Installation Works

S.N.	Description	Unit	Qty	Rate	Amount
1	Labour for Electro- Mechanical installation works	LS	1	150000	150000
3	Super vision (Electro-Mechanical)	LS	1	75000	75000
3	<i>Testing and commissioning</i>	LS	1	50000	50000
	<b>Sub Total - VI</b>				<b>275000</b>

**Summary of Total Project Cost**

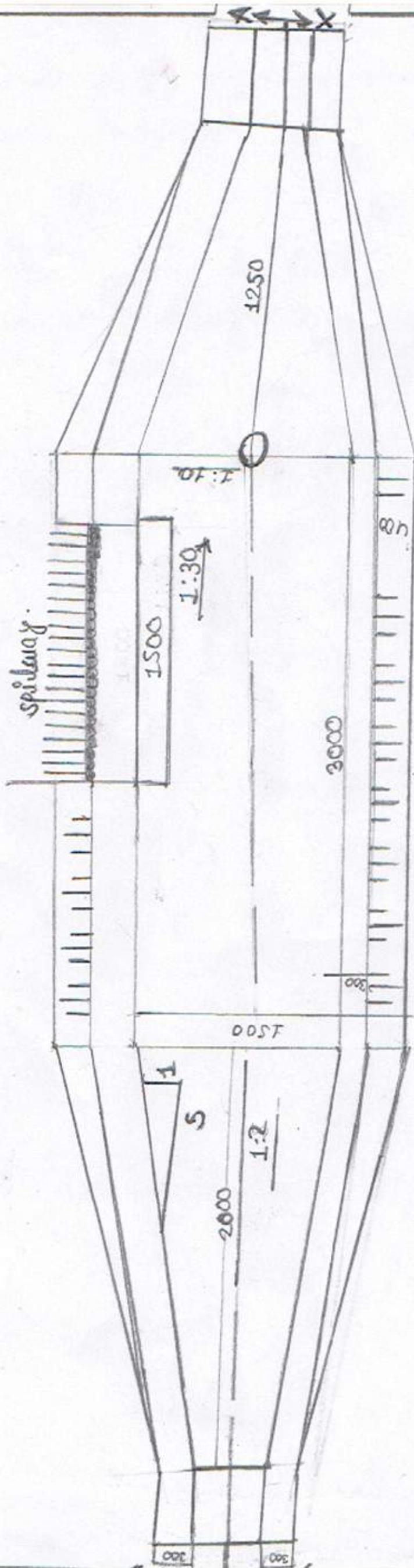
<b>S.N.</b>	<b>Description</b>	<b>Amount (NRs.)</b>	<b>%</b>
I.	Civil works	<b>3872466.22</b>	
II.	Electrical works	<b>3668149.5</b>	
III.	Mechanical Works	<b>2978115</b>	
IV.	Tools & Spare Parts	<b>103722.7</b>	
V.	Transportation & Packing	<b>410000</b>	
VI.	Installation Works	<b>275000</b>	
	<b>Grand Total</b>	<b>11307453.42</b>	



Yuwamai Khola MHP  
GENERAL LAYOUT

Users' Committee,  
Appropriate Engineering  
Butwal - II.  
Drawing no. - I.



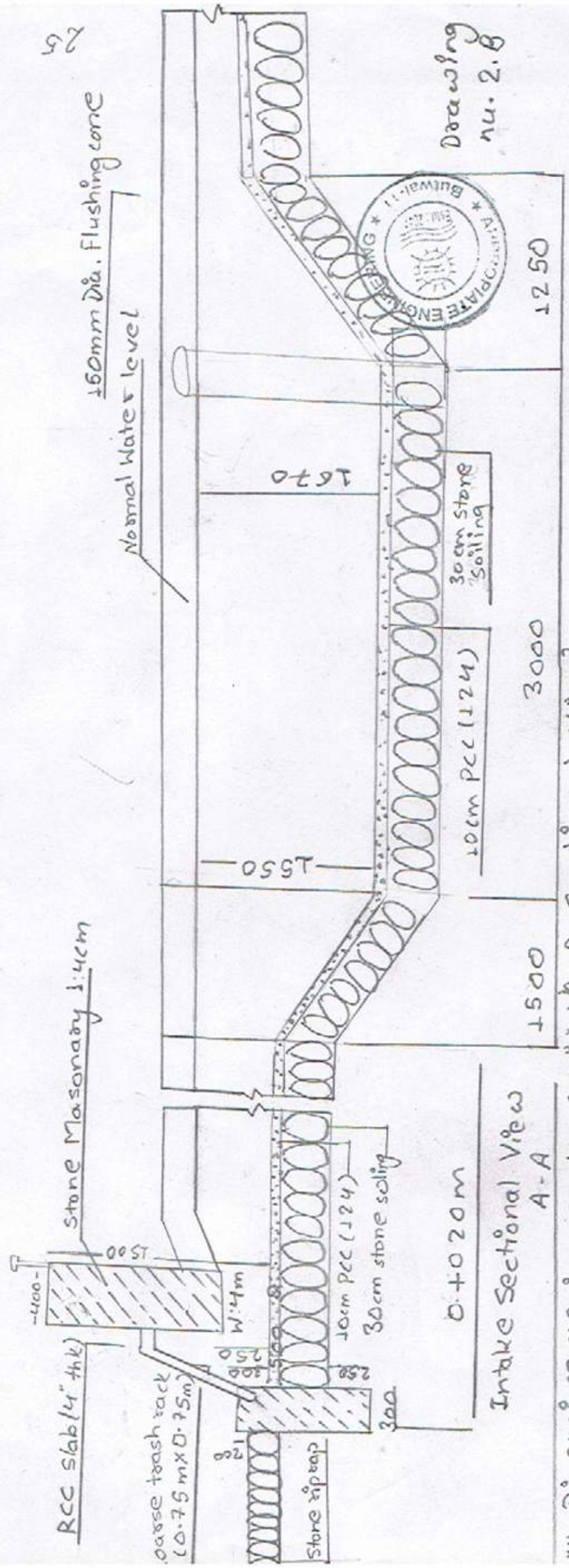
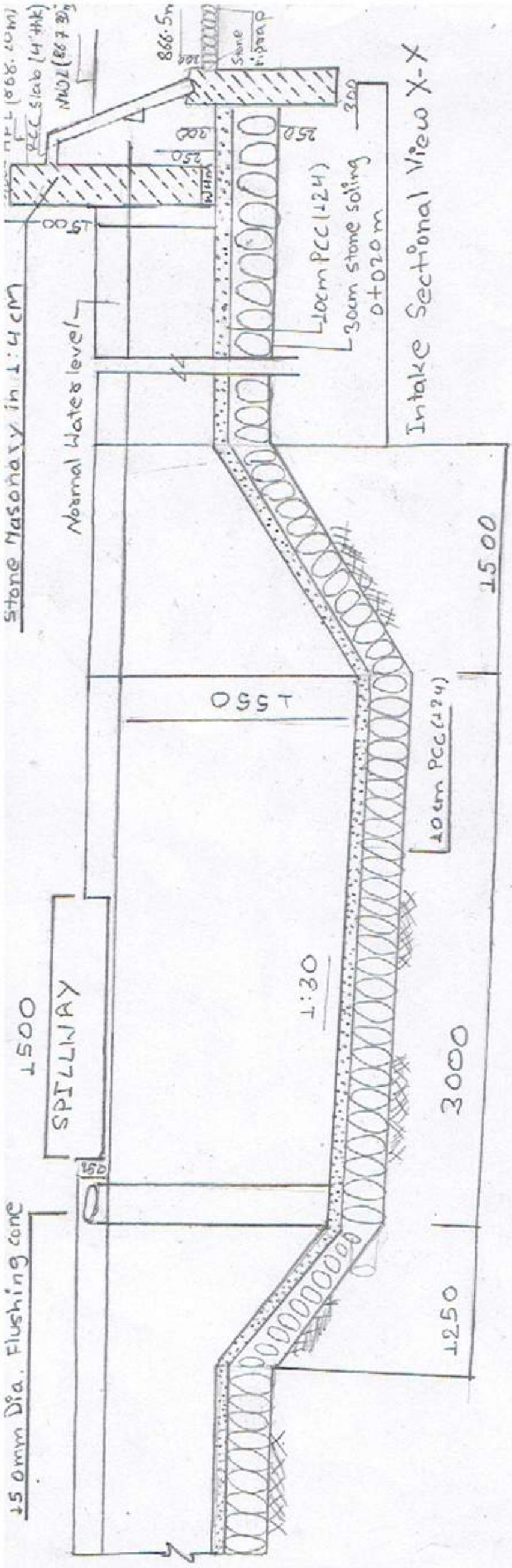


Plan of Gravel Trap desetting basin.

48

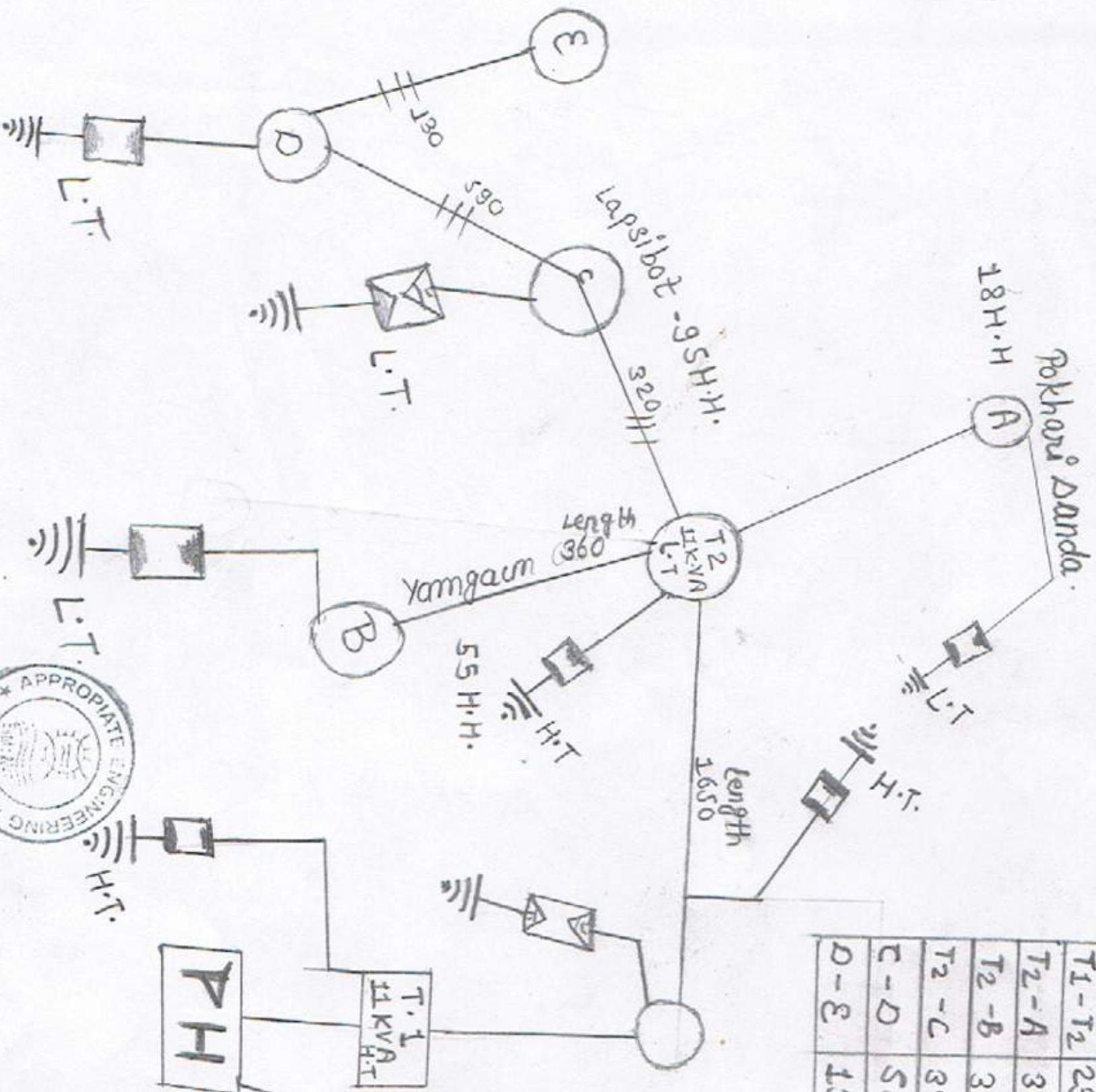
Yuwamai Khola MHP  
 Developer Yuwamai Khola MHP Users' Committee.  
 Appropriate Engineering & Budwal - II.  
 Drawing no. 2. A





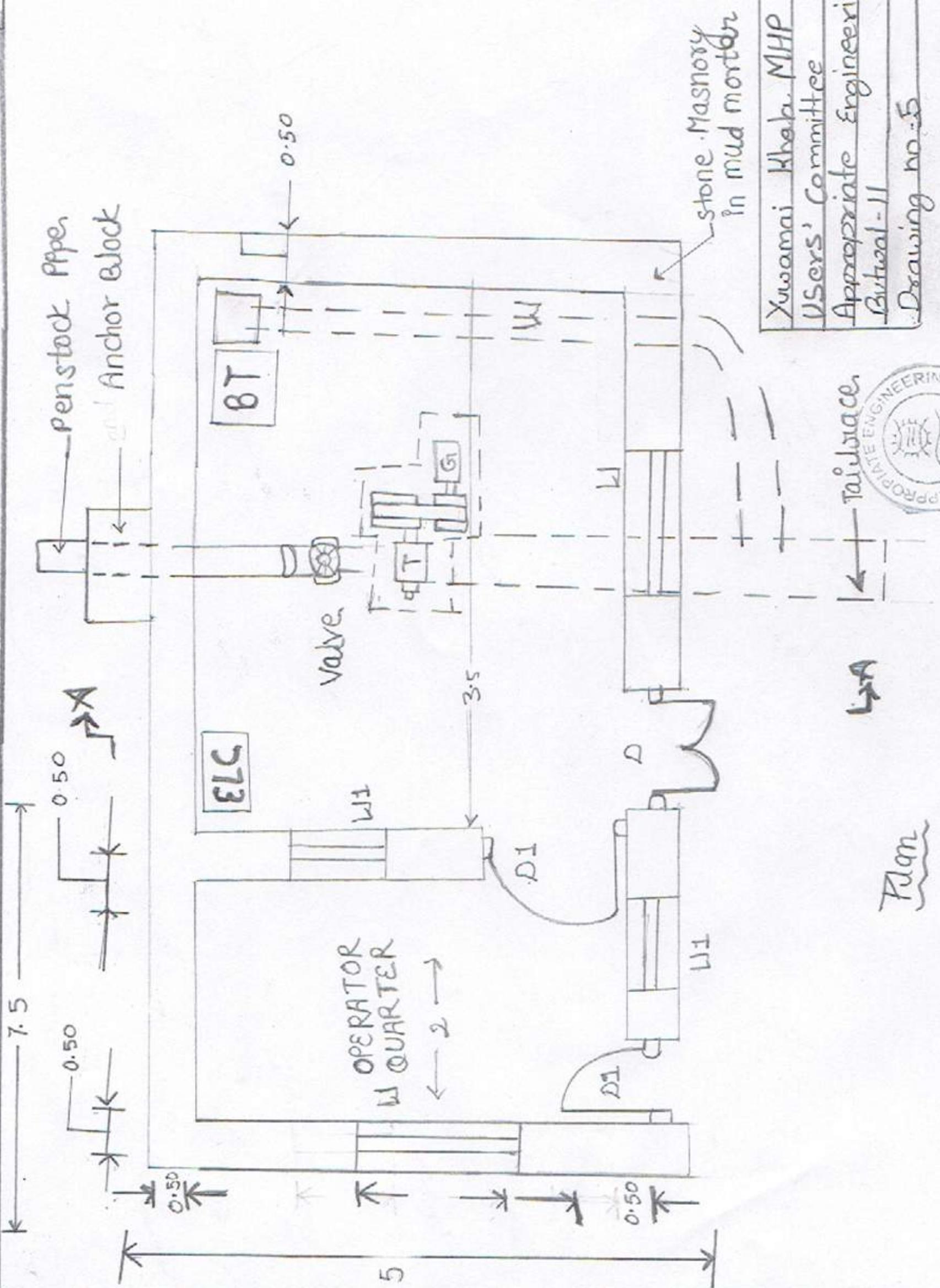
All Dimensions are in mm unless specified A-A Sectional View

From-To	length	Measural	squaire	Phase
T1-T2	2300	11KV/11T	7590	-
T2-A	340	L-T	1456	3
T2-B	360	L-T	1590	3
T2-C	320	1408	-	3
C-D	590	1967	645	3
D-E	130	-	286	1



Drawing no. 3

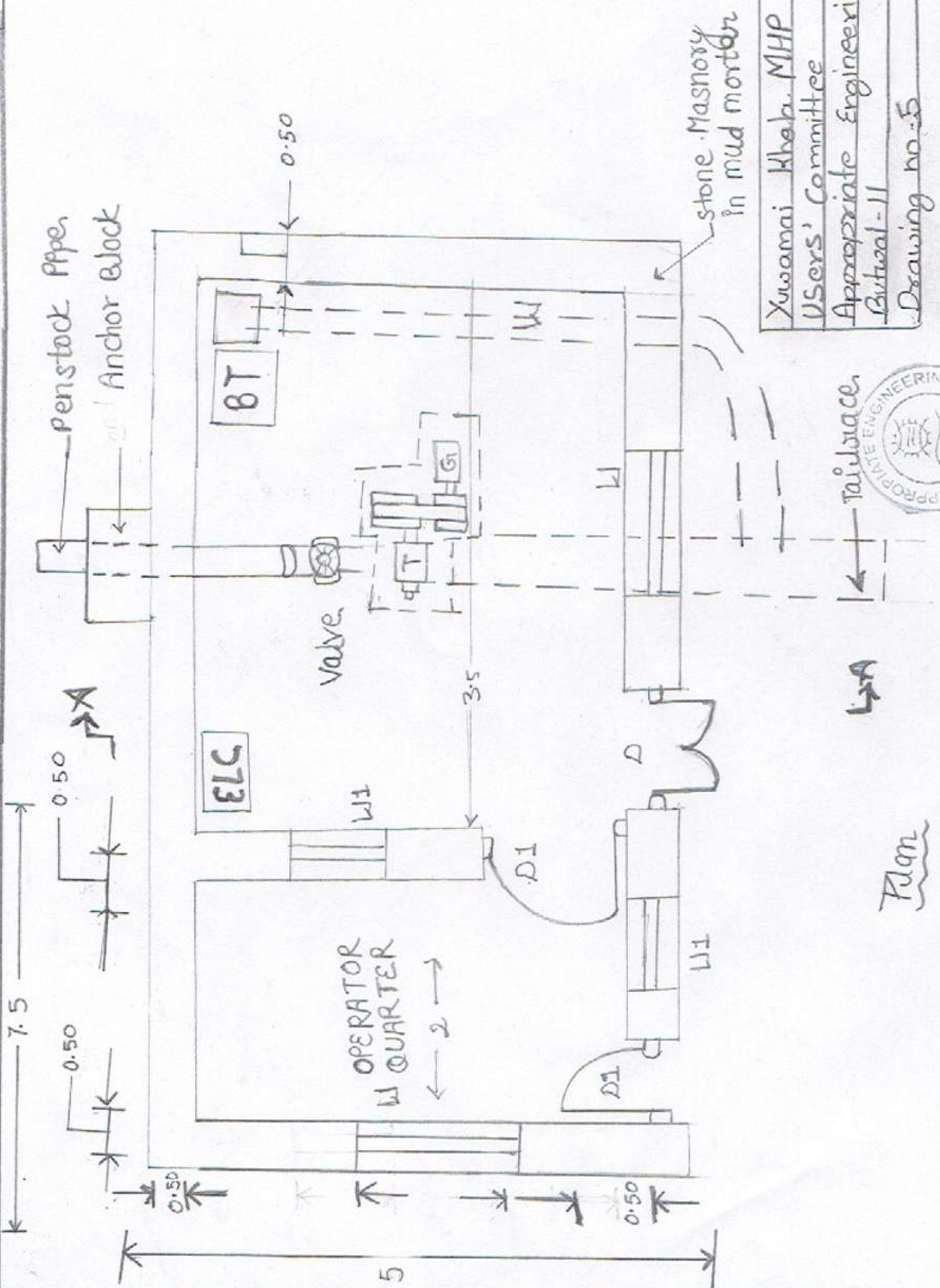
Transmission  
Distribution  
for  
Yuwanai Khola  
MHD



Xuwamai Khab. MHP  
 Users' Committee  
 Appropriate Engineering  
 Butwal-II  
 Drawing no: 5



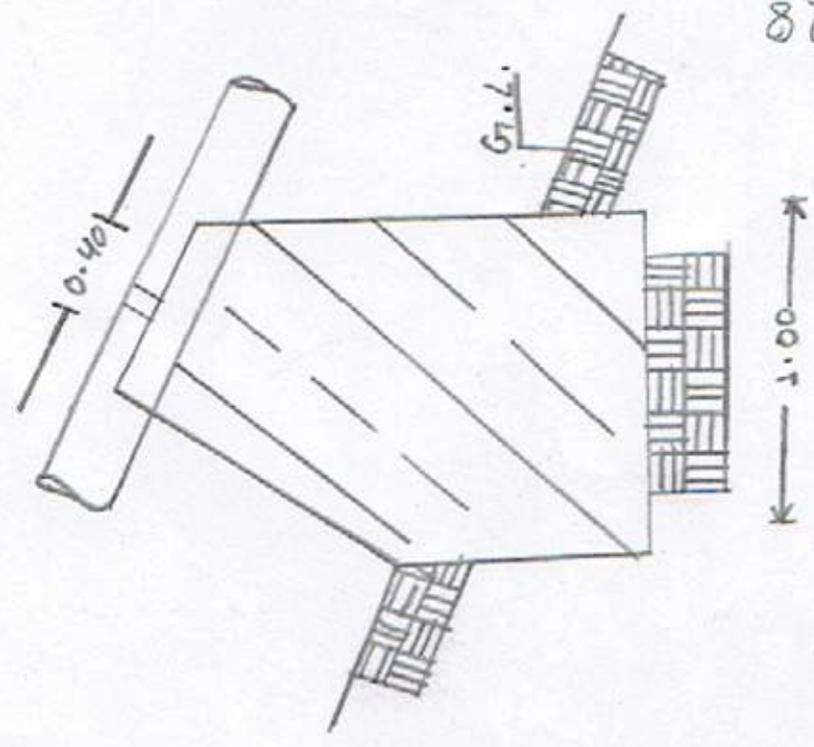
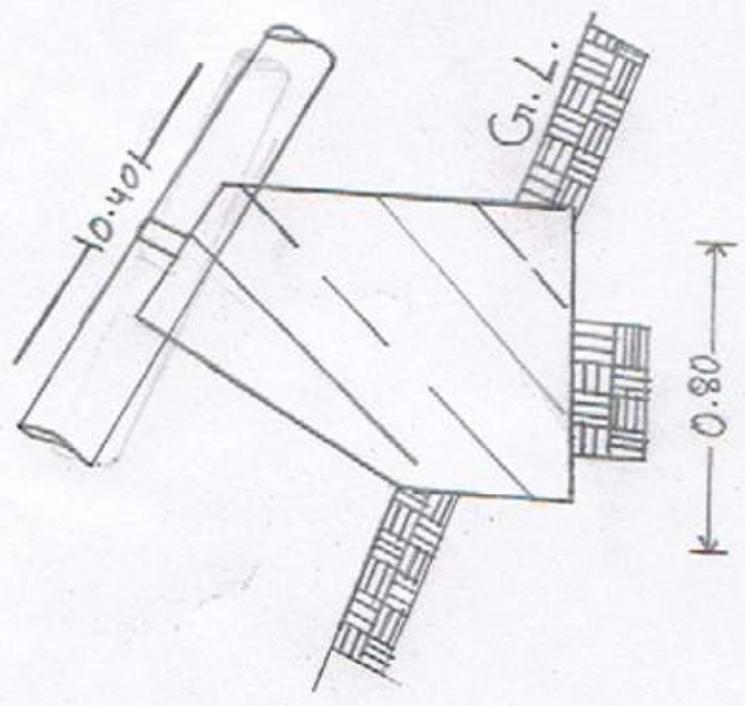
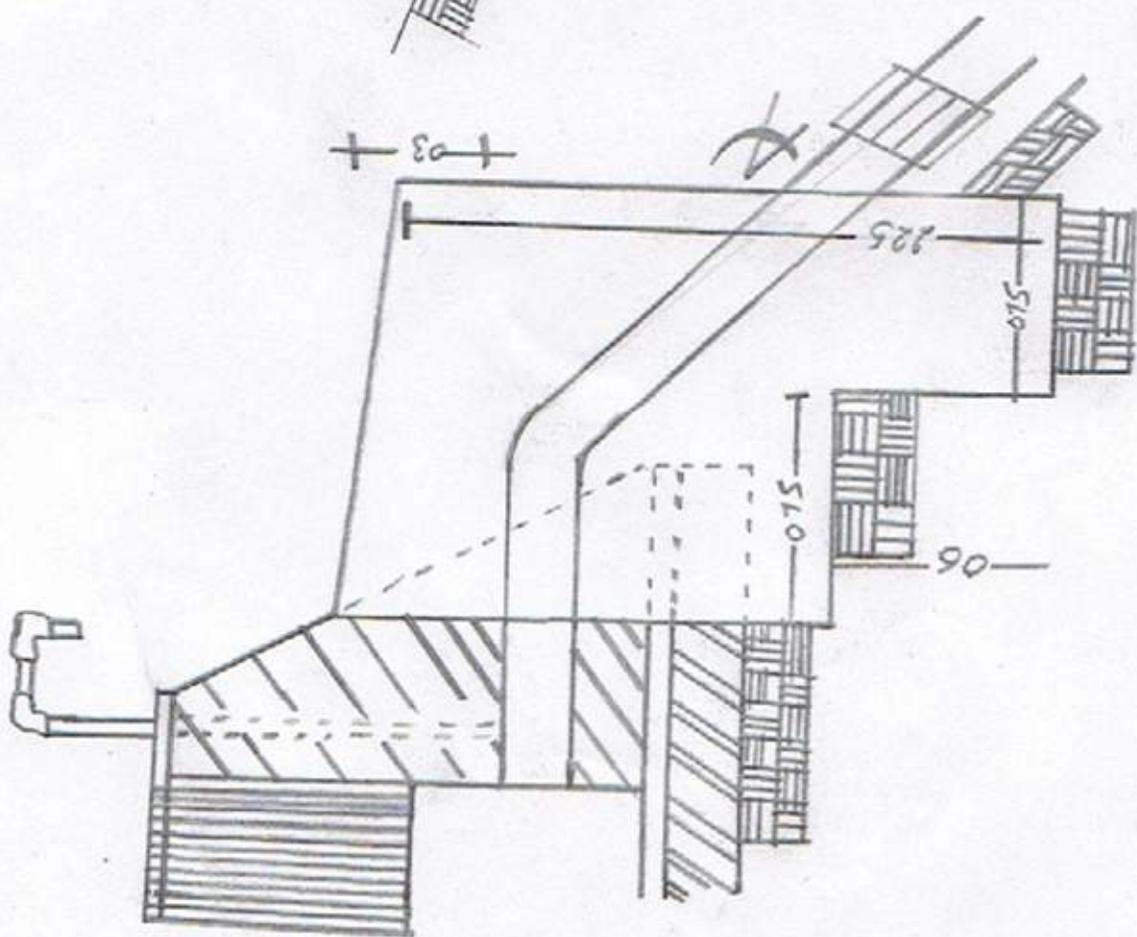
*Plan*



Xuwamai Khab. MHP  
 Users' Committee  
 Appropriate Engineering  
 Butwal-II  
 Drawing no: 5



Plan

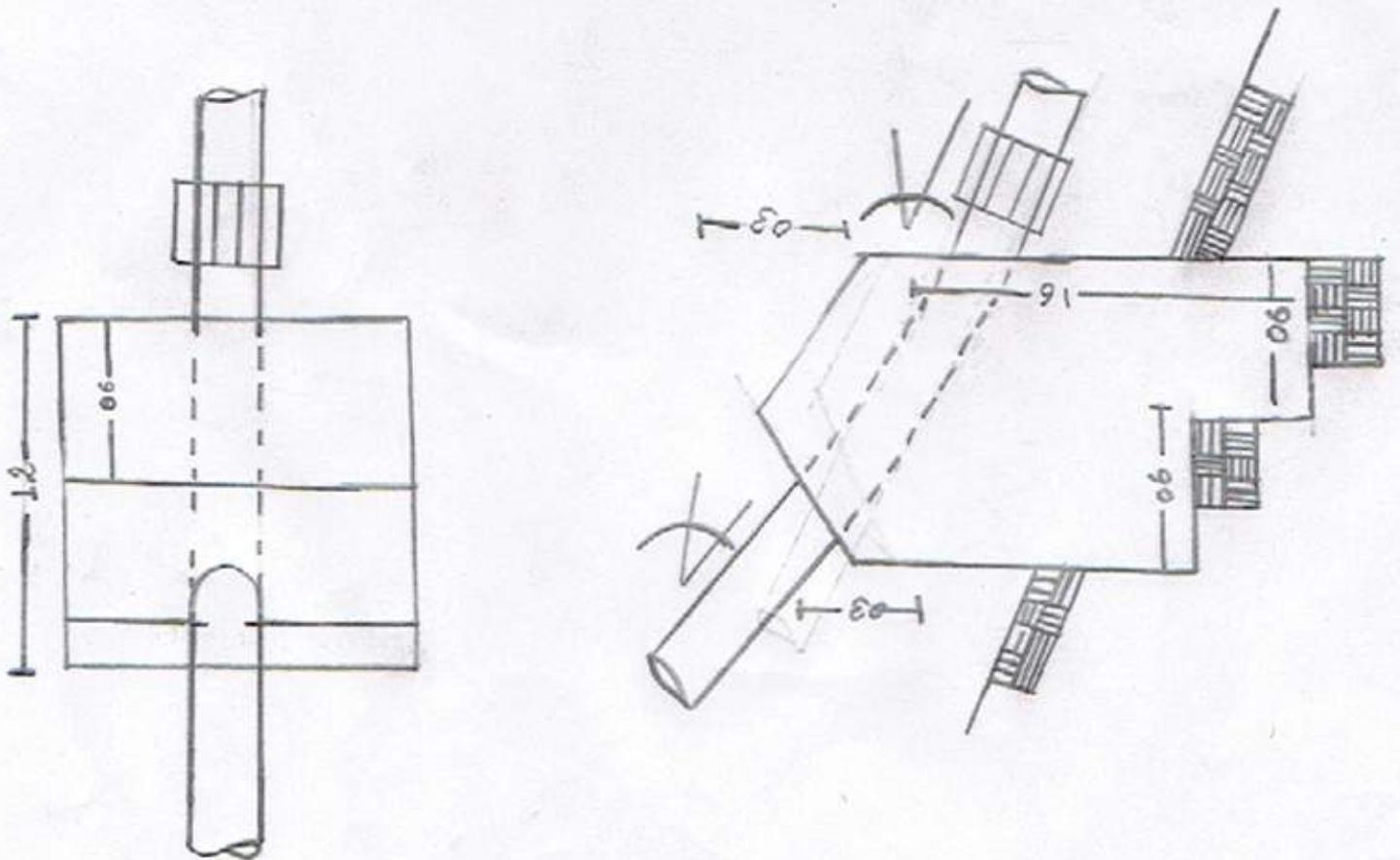
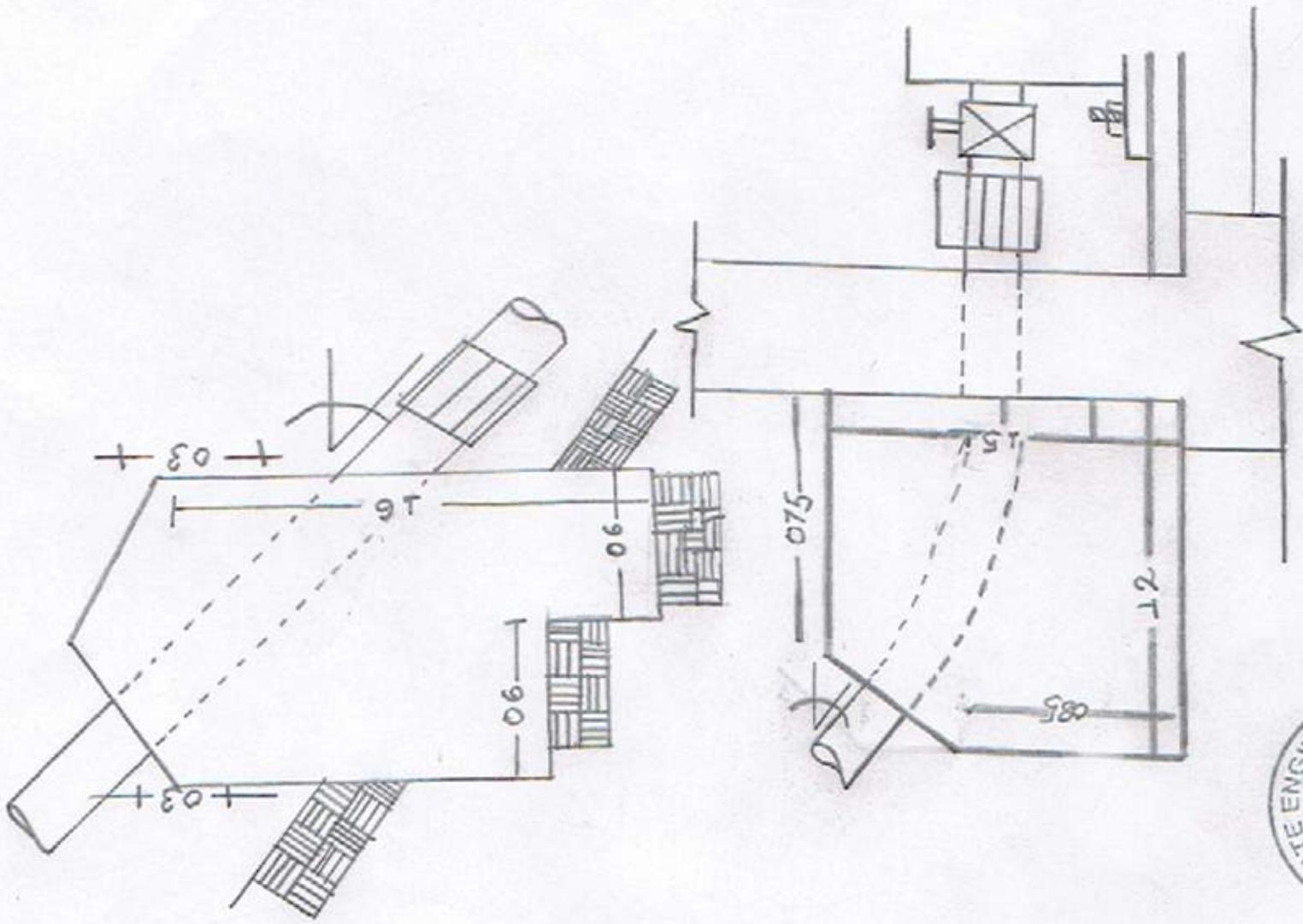


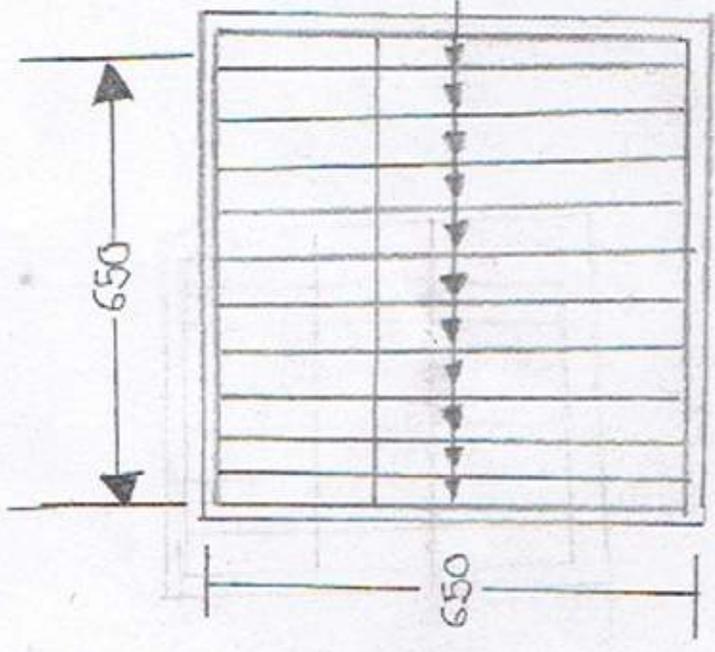
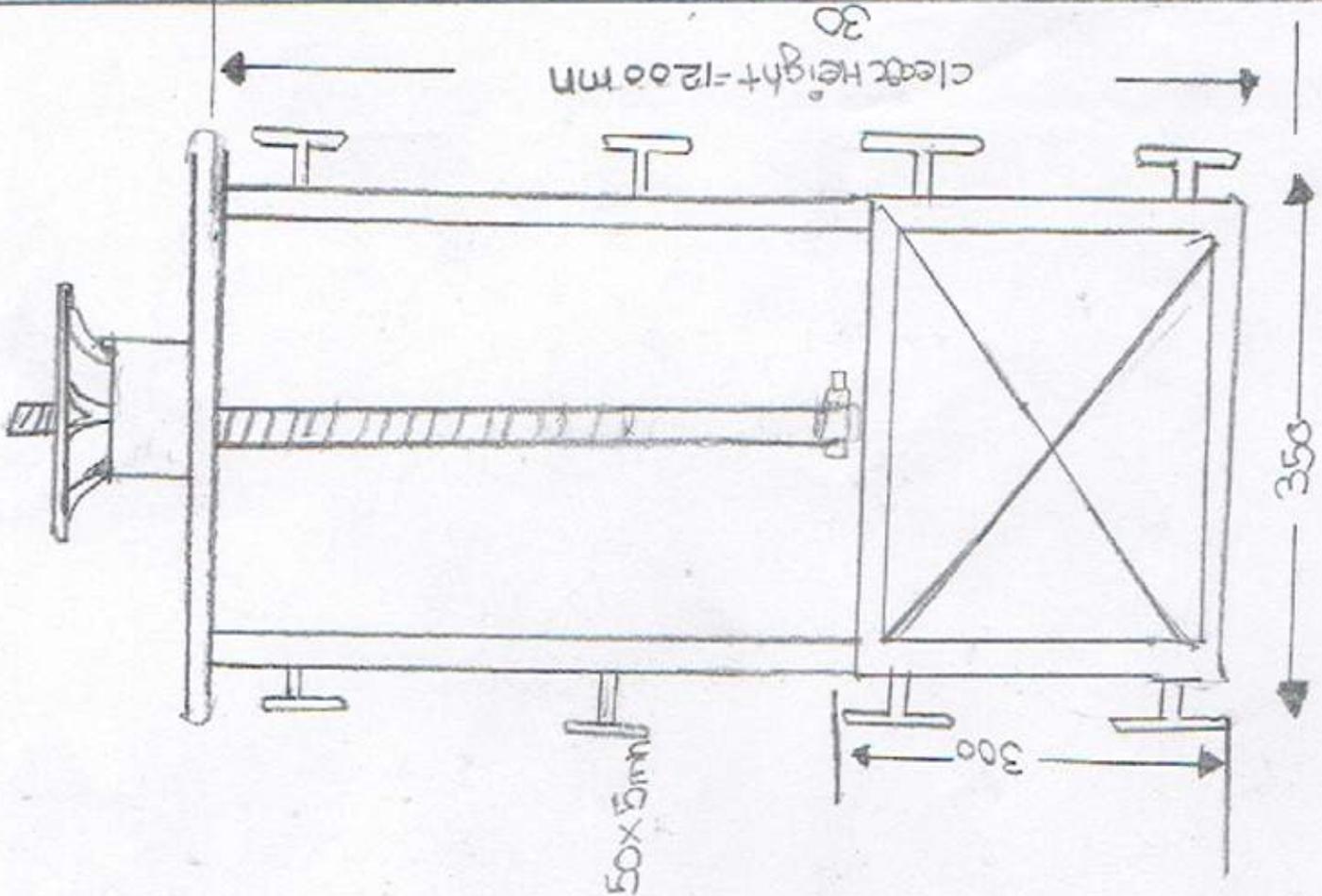
PENSTOCK ARRANGEMENT ON SUPPORT PIER  
 And  
 Anchor blocks

Yuzamai Khala MHP  
 Developer Yuzamai Khala MHP users committee  
 Appropriate Engineering Butwal-11  
 Drawing no. 4 'a'

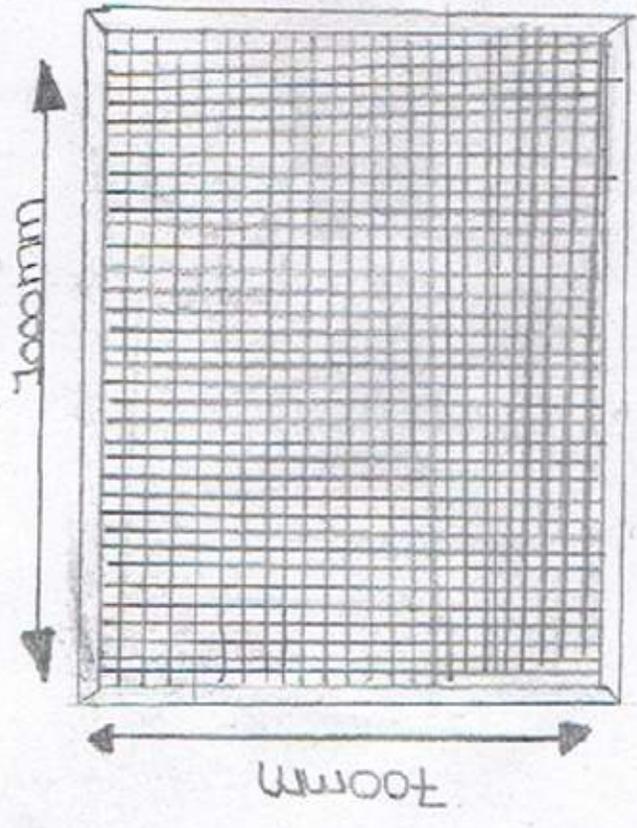


Drawing no. 4 "b"





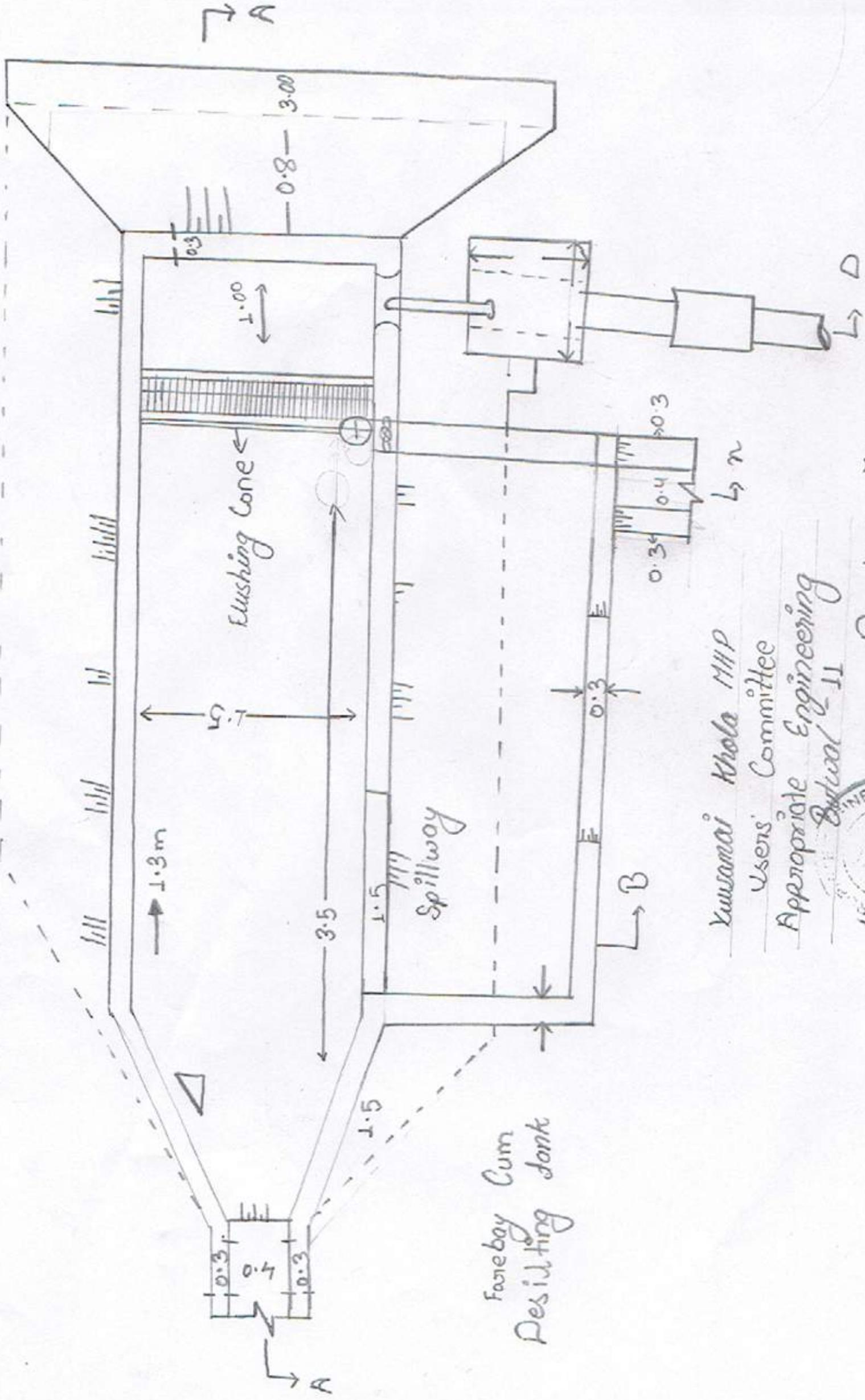
COURSE TRASHRACK  
(FOR INTAKE)



Fine Trashrack  
(FOR FOREBAY)



Drawing  
nu. 6



Forebay Cum  
Resilting tank

Kusumai Khola MHP

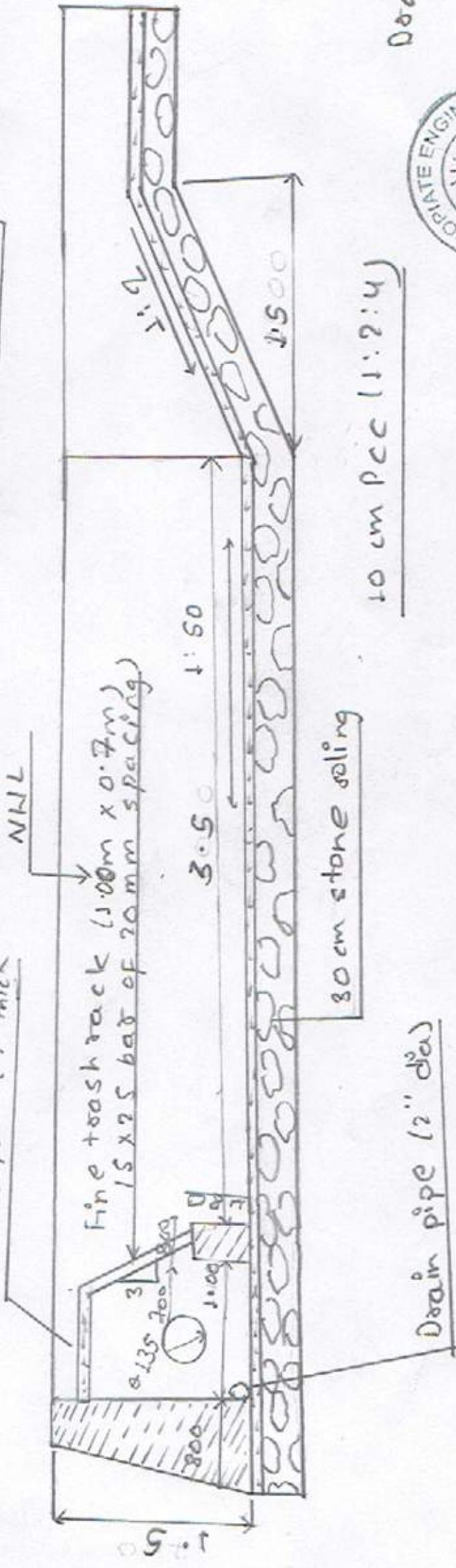
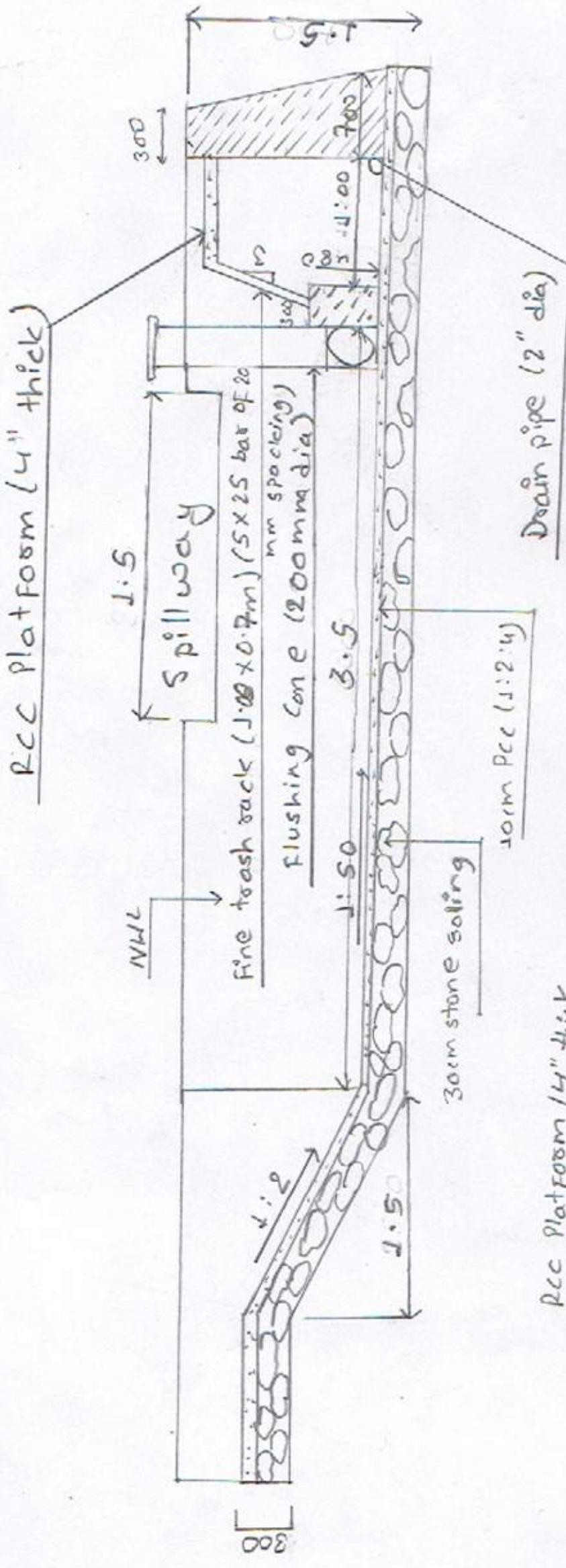
Users' Committee

Appropriate Engineering  
Bhawal-11

Drawing no. 7"8"



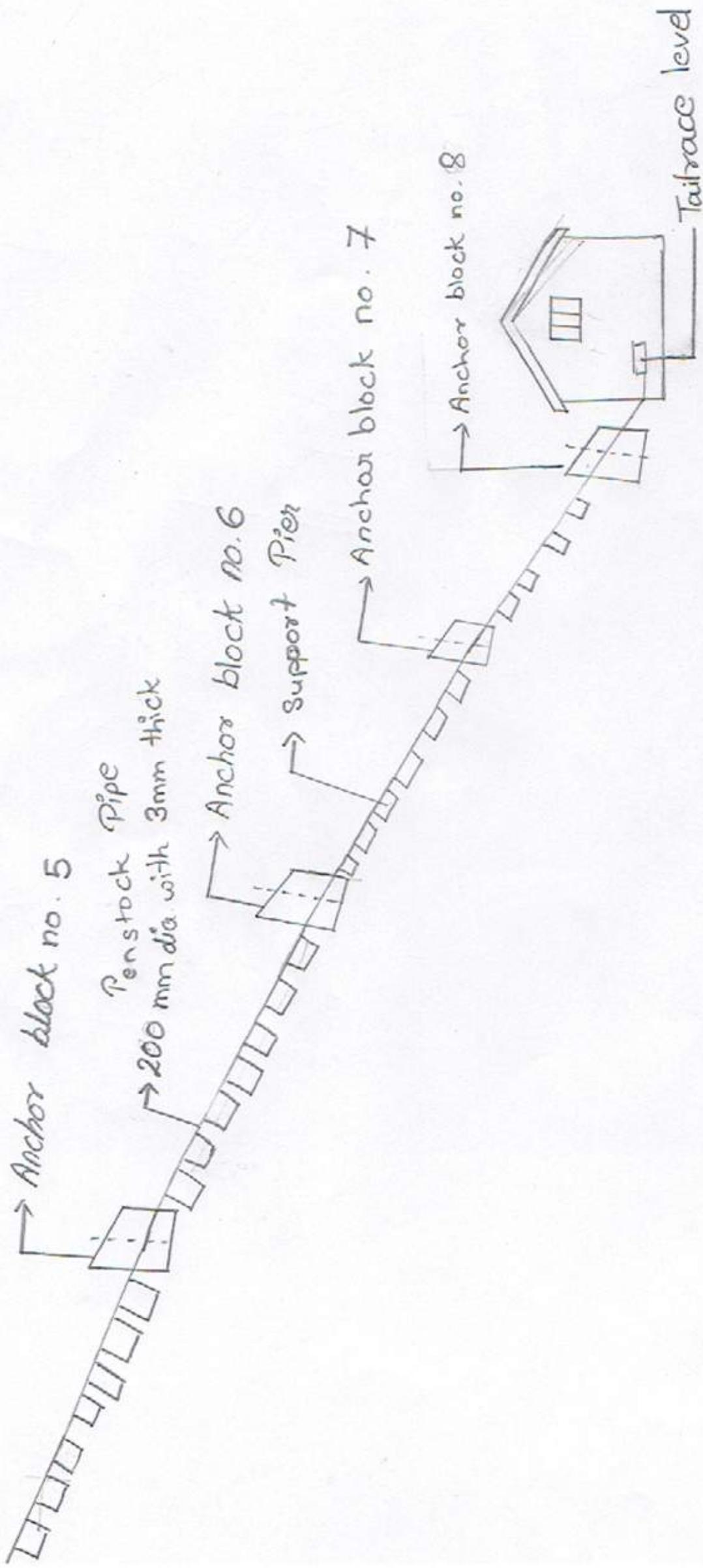
# L-SECTION OF FOREBAY



Drawing no. 7'B



# FOREBAY SECTION AT A-A



Yuwamaï Khola  
 Users Committee  
 Appropriate Engineering  
 Butwal - 11.



Penstock Alignment

Drawing no. 8 'a'

Anchor block  
no. 1

Support Pier

Anchor block  
no. 2

Anchor block  
no. 3

Anchor block  
no. 4

200 mm dia with 3mm thick Penstock Pipe



Drawing no. 8 "6"